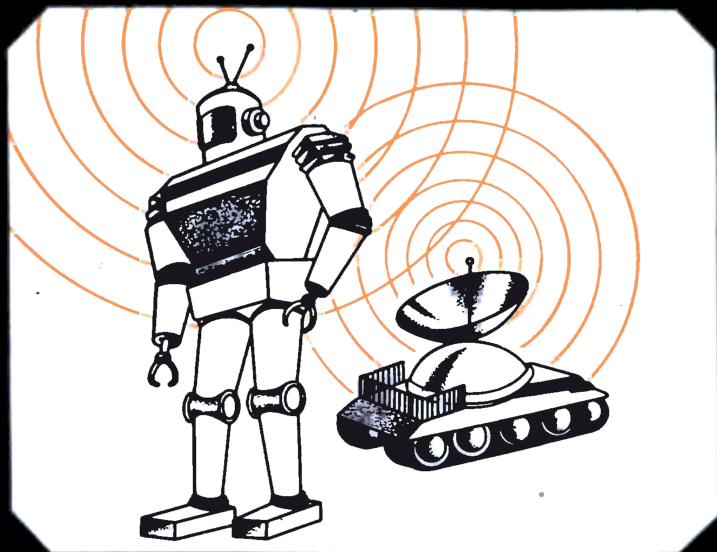
Elektronika

rádió, televízió, akusztika, magnetofon, hanglemez, antenna, mérések, műszerek



A. B. Gorgyin

KIBERNETIKAI JÁTÉKOK KÉSZÍTÉSE



Sorozatszerkesztő

Magyari Béla

Ebben a könyvben a szerző szórakoztató formában ismerteti a robotokat, a bináris aritmetikát és a játékelméletet, beszél a számítógépek működéséről, a bioelektromos szabályozó rendszerekről. A könyv általános képzettségű rádióamatőrökhöz szól.

A. B. Gorgyin

Kibernetikai játékok készítése

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980
Mir Könyvkiadó, Moszkva, 1980

Az eredeti könyv címe:

Аркадий Борисович Гордин
Занимательная кибернетика
Издательство »Энергия« — Москва

Fordította:

Szabó György
okl. gépészmérnök

Ellenőrizte:

Graczka Gyula
okl. opt. mérnök

ETO: 519.7
621.391

ISBN: 963 10 3055 5
HU ISSN: 0133 0993

Felelős szerkesztő: *Magyari Béla* okl. elektromérnök

Tartalom

Előszó 7

1. A „vasemberek” 9

Ábrándozással kezdődött minden 9
Órák és zenélő dobozok 11
Elektromos emberek 14
A kibernetikai állatsereglet 16
Mire jók a „vasemberek”? 18
Ismerkedjünk meg a KFF-fel! 20
A robot „anatómiája” 25
Órarobot 35

2. Az ember alkotta agy 43

Matematikus gépek 43
Bináris aritmetika 44
Kódolók és dekódolók 47
VAGY, ÉS, NEM – a gépi logika alapelemei 49
A relékkel és érintkezőkkel megvalósított egyjegyű bináris összegező modellje 53
Számokat (életkort) kitaláló kibernetikai automata: a Zodiákus 55
A digitális számítógépek felépítése 60
Az elektronikus matematikusok családja 63

3. Kibernetikai játszótársak 66

Játék mindenütt 66
Ki lesz a győztes? 69
Ivan Ivanovics fát vásárol 72

Az előre eldöntött kimenetelű játékok 74
A gép, mint játékos 75
Kilenckockás amőbajáték 76
Automatikus kilenckockás amőbajáték 80
Farkasvadászat 85
Hiszed? – Nem hiszed? kibernetikai játék 88

4. A nagy titok megrohamozása 93

Az izmokban keletkező áramok 93
A látó marslakó 100
Szovjet tranzisztorokat helyettesítő típusok 113

Előszó

A gyors működésű számítógépekkel felszerelt kibernetikai rendszerek termelési folyamatokat irányítanak, irodai munkákat végeznek el, feldolgozzák a tudományos kísérletek eredményeit, előre jelzik az időjárás alakulását, lefordítják az adott nyelven megírt szöveget valamilyen más nyelvre, diagnózist készítenek betegekről, menetdiagramokat szerkesztenek a vonatok forgalmáról, nyelvtani szabályokra oktatnak iskolásokat, verseket költenek és sakkoznak.

Még sokáig folytathatnánk, mi mindenre képesek már napjainkban az ember által megalkotott kibernetikai rendszerek. A jövőben viszont, sőt már a következő években is összehasonlíthatatlanul nagyobb lehetőségeket tár fel a kibernetika az emberiség előtt. Ebben a tekintetben talán a legmerészebb fantaszták képzelőereje se lehet elég gazdag. Hogy azonban valóra is lehessen váltani ezeket a hatalmas lehetőségeket, ahhoz nem elegendő a tudósok és mérnökök, vagyis a szakemberek (kibernetikusok) szűkebb körének munkája. Az egyszerű dolgozók (munkások, termelőszövetkezeti parasztok, tisztviselők) ezreinek kell elsajátítaniuk a kibernetika alapjait és hosszú időre mély barátságot kötniük ezzel a tudománnyal.

Ez a könyv éppen ebben nyújt segítséget a tudásra vágyóknak, mindazoknak, akik érdeklődnek a tudomány és a technika vívmányai iránt. Beszél a robotokról, a bináris aritmetikáról és a játékelméletről, a számítógépek működéséről, a bioelektromos vezérlő- és szabályozórendszerekről. További feladatra is vállalkozik, nevezetesen segítségükre akar lenni azoknak az Olvasóknak, akik szeretnének saját maguk is megépíteni néhány egyszerűbb kibernetikai készüléket és modellt. Évről évre növekszik a lelkes elektronikai amatőrök hada. Mindenek előtt fiataljaink, az iskolások és a szakiskolások, a technikumok és a főiskolák hallgatói, a fiatal munkások csatlakoznak hozzá. A szerző reméli, hogy könyve bizonyos mértékben kielégíti az Olvasók igényeit. Az érdeklődő megtalálja benne sok olyan – házilag elkészíthető – kibernetikai modell, készülék és műszer leírását, amelyet az oktatásban, a termelésben, a háztartásban, de szabad idejében is jól használhat.

Az iskolákban és az iskolán kívüli oktatásban a tanárok, továbbá a rádiótechnikai szakkörök vezetői is jó hasznát vehetik ennek a könyvnek. Segítséget kapnak benne a szakköri munka témáinak kiválasztásához és tevékenységük konkrét tartalmának eldöntéséhez. A szverdlovszki úttörőház kibernetikai és elektronikai laboratóriumában a szerző irányításával és közvetlen részvételével minden itt ismertetett készüléket és modellt megépítettek az utóbbi években a rádióamatőrök. Szovjetunióbeli és nemzetközi kiállításokon sok ilyen modell és készülék ismételten is látható volt, sőt kitüntető oklevelet és érmét is kapott.

Ez a kis könyvecske csak a kezdete a kibernetika világába vezető izgalmas utazásunknak. További könyvekkel, újabb ismeretekkel és felfedezésekkel számolhat az Olvasó. A szerző jól tudja, hogy ebben a kis könyvben nem fér el a tudománynak az a hatalmas területe, amelyet kibernetikának nevezünk. Azonban ha az Olvasó érdeklődéssel olvassa végig a könyvet és maga is épít magának kibernetikai készülékeket, a szerző már elérte kitűzött célját.

A kézirat elkészítéséhez nyújtott baráti és konstruktív segítségükért a szerző köszönetet mond D. M. Komszkijnak, a pedagógiai tudományok kandidátusának és A. F. Gorskovának, a műszaki tudományok kandidátusának.

A szerző

1. A „vasemberek”

Ábrándozással kezdődött minden

„...A hatalmas automatikus traktor nehéz dübörgéssel robogott Glória felé. Néhány tized másodperc és Weston összeszedte magát. Csakhogy ezek a tizedmásodpercek döntőek voltak. Glóriát már nem lehetett utolérni. Weston egy pillanat alatt átugrott a korláton, de nyilván reménytelen volt minden próbálkozása. Mr. Strasers kétségbeesetten integetett a kezével, hogy jelezze a munkásoknak, meg kell állítaniuk a traktort. De hát ők csak emberek voltak, időre volt szükségük, míg végrehajthatják a parancsot.

Csak Robbie cselekedett azonnal és pontosan. Fémlábaival hatalmas lépéseket téve rohant kis gazdája elé. A továbbiakban minden szinte egyszerre játszódott le. Rohanását egy pillanatra se lassítva le, Robbie egyetlen lendületes kézmozdulattal úgy ragadta meg Glóriát, hogy a kislánynak elakadt a lélegzete. Weston nem egészen értette, mi történik körülötte, nem is látta, hanem inkább csak érezte, hogy Robbie elrohan mellette, és zavarodottan megállt. A traktor áthaladt azon a helyen, ahol egy fél másodperccel azelőtt még ott állt Glória, megtett még vagy három métert, majd csikorogva lefékezett.”

Így írja le A. Asimov mai amerikai író az „Én, a robot” című, fantasztikus novellákat tartalmazó könyvében a mesterséges „vasember” viselkedését. Ez a vasember az éber és figyelmes elektronikus dajka szerepét tölti be Weston mérnök családjában.

Bizonyára egy kissé szokatlan, hogy ez a robot dajkasággal foglalkozik. De hát miért? Hiszen a fantasztikus elbeszélésekben szerelnek, számfejtenek, őrködnek, diszpécseri teendőket látnak el, pilótáskodnak, kémkednek, tudományos kutatásokat végeznek ezek a „vasemberek”... Miért ne lehetnének akkor dajkák is?

A kibernetikai mesterséges „élőlények” – az ember okos, erős, ügyes segítőtársai – szinte már elengedhetetlen szereplők a fantasztikus szépirodalmi alkotásokban, az emberszerű robotok bányákban dolgoznak,

leereszkednek a tengerek és az óceánok fenekére, felszállnak a felhők feletti magasságokba, elrepülnek titokzatos kozmikus távolságokba, és mindenhol a legnehezebb, néha pedig a legveszélyesebb munkákat végzik el az ember számára. Ilyeneket olvasva akaratlanul is felvetődik bennünk a kérdés: nem lehetne vajon a tudomány és a technika eredményeinek felhasználásával mesterségesen létrehozni olyan szervezetet, amely ugyanúgy tevékenykedhetne, mint az ember?

A mesterséges élőlények létrehozatalának gondolata évszázadok óta foglalkoztatja az ember képzeletét. Az ember mindig szeretett volna maga mellé hozzá hasonló, de erősebb, találékonyabb, okosabb „lényeket", olyanokat, amelyek engedelmes segítőtársai és megbízható barátai lehetnének. Ez az ábránd állandóan visszatérő téma az antik mítoszokban és a középkori legendákban, a különböző idők íróinak és költőinek irodalmi alkotásaiban (E. T. A. Hoffmann, H. Ch. Andersen, J. W. Goethe, A. Tolsztoj, K. M. Čapek stb.).

Érdekes az a régi legenda, amelyet Alois Irasek cseh író írt meg. II. Rudolf császár idejében élt Prágában egy tudós és bölcs férfiú, név szerint Liwa ben Bezalcel. Ez a tudós agyagból gyúrt magának favágásra és vízhordásra egy rendkívül erős szolgát: Gólemet. A tudós férfiú úgy tudta életre kelteni Gólemet, hogy egy kabalisztikus varázsszavakkal teleírt papírlapot tett a szájába, és az agyagszolga engedelmesen aprította a fát és hozta a vizet. Egyszer azonban Liwa ben Bezalcel elfelejtette kivenni a papírlapot a Gólem szájából, és elment hazulról, a Gólem pedig felaprította a bútorokat is, és az egész lakást elárasztotta vízzel. Senki sem tudta megállítani. Rövidesen az egész környék réme lett, az emberek rémülten menekültek előle. A megrémült Liwa ben Bezalcel kénytelen volt megsemmisíteni alkotását.

Egy másik régi legenda arról szól, hogy Albertus Magnus filozófus és alkimista a XIII. században egy vasembert készített magának, és megtette kapusnak a házában. A vasportás ajtót nyitott, és kézfelemeléssel üdvözölte a belépő vendéget. Annyira emberszerű volt, hogy egyszer nagyon megijesztette Albertus Magnus tanítványát, Aquinói Szent Tamást. Az utóbbi gonosz szellemnek vélte, és széttörte.

A középkorban nagyon elterjedt az alkimisták körében a homunculusról szóló tanítás, a kémiai eljárással laboratóriumban előállítható mesterséges emberke fogalma. A homunculus létrehozatalára irányuló kísérletek abban az időben semmivel sem maradtak el a közönséges fémeket arannyá átalakító, csodatevő hatású bölcsek köve keresése mögött. Sok mendemonda maradt fenn napjainkig a régi ezermesterekről, akik furcsa mechanikai játékokat fabrikáltak, olyanokat, amelyek kül-

sejükben és viselkedésükben az embert vagy különböző állatokat, repülő madarakat, szaladó és morgó vadállatokat utánoztak. „Automataszínház" című könyvében az alexandriai Heron, aki időszámításunk előtt az első században élt, egy teljes színháznak megfelelő bábukról ír. A fogaskerekekkel, csigákkal és emelőkarokkal mozgatott bábuk Naupliosz történetét adták elő ebben az automataszínházban. A színdarab a trójai háború idejére nyúl vissza, és arról szól, hogyan áll bosszút Naupliosz a görögökön, akik megkövezték fiát, Palamédészt; a könyv öt felvonást és nyolc jelenetet tartalmaz.

Az első felvonásban azt láthatják a nézők, hogyan építik meg hadjáratukhoz a danaoszok hajóikat, és hallják is a fűrészelés, gyalulás, kalapácsolás hangját. A második felvonásban kötelekkel bevontatják a már megépített hajót a vízbe. A harmadik felvonásban feltárul a nézők szeme előtt a nyugodt tenger, az egymás mögött haladó vitorlások sora, a vízben delfinek játszadoznak. A következő jelenet vihart ábrázol, a hajósor felbomlott, a vitorlások összegyűltek egy helyen. A negyedik felvonás bemutatja a bosszúálló Nauplioszt, amint egy sziklán állva meggyújt egy fáklyát. Pallasz Athéne is megjelenik a színen. A hajósok világítótoronynak nézik a fáklya lángját, és a sziklának vezetik hajóikat. Az utolsó, ötödik felvonásban sorra elsüllyednek a hajók. A hullámokból kiemelkedik az úszó Aiasz, megdördül az ég, villám villan, ezzel a villámmal agyoncsapja Pallasz Athéne Aiaszt. Az előadás azzal fejeződik be, hogy Aiasz elmerül a hullámokban, Pallasz Athéne eltűnik.

Az antik mechanika virágzásának idején sok más ilyen automatikus játékszert is készítettek a tehetséges mesterek.

Órák és zenélő dobozok

A mechanika, különösen pedig az órakészítés kifejlesztésével nagyon népszerűkké váltak a XVI–XVIII. században az élőlényeket utánzó mechanikai modellek. Szerkesztésükkel és készítésükkel nagy lelkesedéssel foglalkozott számos órásmester. Az ilyen modellautomaták összeállítása abban az időben mintegy vizsgának számított a gépészeti „érettségi bizonyítvány" megszerzéséhez, hírnevet és dicsőséget lehetett szerezni vele. Az akkori mesterek közül sokat nem is helyes tulajdonképpen órásnak neveznünk, hiszen a valóságban nagy tudású és igen tehetséges szerkesztő mérnökök, konstruktőrök voltak. Egyesek olyan nagyfokú rátermettségről, olyan tökéletességről tettek tanúságot munkájukban, hogy konstrukcióik kiemelkedő művészi alkotásoknak számítanak.

A svájci Neuchâtel város szépművészeti múzeumában csodálatos automatákat, gépembereket lehet látni. Két tehetséges órás, Pierre Jacques és fia, Henri Droz készítette őket a XVIII. században. Az ügyes svájci mestereknek meglepő harmóniát, élethűséget és valószerűséget sikerült bevinniük a közönséges rugós óraművel mozgatott élettelen, hideg mechanizmusaik mozgásába.

...Egy kis asztal melletti padon hatalmas baba ül, akkora, mint egy öt- vagy hatéves kisgyerek, és ír. Jobb kezében lúdtoll, előtte az asztalkán tintatartó és egy papírlap. A kis íródeák gondosan belemártja tollát a tintatartóba, lehajtja a fejét, és egyenletes sorokban, gyönyörű, nagy betűkkel, buzgón ír a papírra. Az írás befejezése után egy pillanatig tűnődik, elfordítja a fejét, elővesi a porzótartót, felszárítja a homokporral a papírról a tintát, és néhány másodperc múlva lerázza az írásról a homokot. Az íródeák mellett egy művész is ül az asztal mellett. Kezében ceruzát tart, a papír fölé hajol, és kényelmes mozdulatokkal különböző figurákat rajzol a papírra, időnként megáll, nézegeti a rajzot, elgondolkozik, lefújja a papírlapról a porszemeket.

Droz harmadik kis gépembere egy muzsikáló kislány. Ez a baba ugyanakkora, mint a „bátyja", és egy harmónium előtt ül. Ujjai a billentyűk felett futkároznak, forgatja a fejét, mintha csak követné szemével kezének mozgását. A kis zenész pontosan és könnyedén játssza a trillákat és gyors futamokat, melle hevesen emelkedik és süllyed, mint aki nem képes uralkodni zenével felzaklatott érzelmein. A játék befejeztével kissé meghajtja fejét, megköszöni a hallgatóság tapsait.

Az androidok (így nevezték el alkotóik tiszteletére ezeket a csodálatos mechanikai játékokat) ma is nagy érdeklődést váltanak ki, és változatlanul nagy tetszést aratnak a neuchâteli múzeum látogatóinak körében. Jóllehet ezek a gépemberkék csak külsejükben utánozzák az embert és néhány jellegzetes mozdulatát, a látogatókban hosszú ideig olyan benyomások maradnak, mintha valóságos élőlényeket láttak volna.

Különös gépembereivel nem maradt el népszerűségben a XVIII. században egy másik mester sem, a francia Jacques Vaucanson. Legismertebb munkája egy ember nagyságú fuvolás bábu. Ez az automata a szájához tartott fuvolát fújva és ujjaival meghatározott sorrendben váltogatva a hangszer billentyűit, 11 különböző melódiát tudott eljátszani.

Vaucanson másik mesterműve, a kacsa, meglehetősen változatos mozgásokra volt képes. Nemcsak hápogott és jobbra-balra dülöngélve lépegetett, hanem úszkált is, vidáman lubickolt a vízben, mozgatgatta a fejét, emelgette szárnyát, csőrével rendezgette tollait. Ezenkívül ivott a vízből, szemeket csipegetett, sőt meg is emésztette őket a benne levő

vegyszerekkel (erre a célra egy kis vegyi laboratórium volt a gyomrában).

Azt mondják, hogy Vaucanson egyszer összetalálkozott a fiatal Henri Drozzal, miután az utóbbi nagyon ügyes műkezet készített egy fiatalembernek, akit vadászat közben baleset ért. Megvizsgálva a műkéz szerkezetét, Vaucanson ezekkel a szavakkal fordult Drozhoz: „Fiatalember, maga ott kezdi, ahol én befejezni szeretném."

Vaucanson sokat utazott Európában, mindenhol bemutatta különleges automatáit. Oroszországban is járt. Itt történt, hogy egy tűzeset alkalmából a makarjevói vásáron, Nyizsnyij Novgorodban elégett az egyik kacsája. Híres automatái közül egy néhány még ma is látható a párizsi Conservatoire des arts et métiers Vaucanson-gyűjteményében.

A XVIII. század sok más kiváló automatakonstruktőrrel is megajándékozta a világot. A bécsi műszaki múzeumban most is megvan és működik is az egyik legelső automatikus írószerkezet, amelyet annak idején egy udvari ezermester, Friedrich Knauss készített. Ez az automata egy allegorikus emberi alak, a földgömbön ül, és legfeljebb 79 betűből álló szöveget képes leírni egy papírlapra. A leningrádi Ermitázsban viszont ugyanebből a korszakból egy érdekes, eredeti óraautomata látható. Koksz pávás óráján mozgó figurák vannak: egy bagoly, egy kakas, egy páva és több gomba. A gombák kalapja alatti számok jelzik az időt. A mozgó figurák szerkezetét fel kell húzni, és be lehet állítani egy meghatározott időpontra, amelynek bekövetkeztekor azután forogni kezd a bagoly kalickája, dallamosan megszólalnak a köré szerelt csengettyűk, a bagoly ide-oda tekint szemével, a kakas magasra emeli fejét és kukorékol, a páva pedig szétnyitja farkát, elfordul tengelye körül. A pávás óra, miután I. P. Kulibin, a híres orosz műszerész a XVIII. század legvégén megjavította, mindmáig működik.

I. P. Kulibin sok érdekes automatát készített, többek között egy tojás alakú órát, amely szintén megvan még az Állami Ermitázsban. Külseje és nagysága tekintetében ez az óra libatojásra emlékeztet. A művészi kivitelezésű aranyburkolatban nemcsak az óraszerkezet van elhelyezve, hanem egy egész miniszínház is, egy automataszínház, amelyben parányi szereplők adnak elő egy jelenetet, és közben dallamos harangszó hallatszik. Hogy az előadás megkezdődjön, el kell forgatni egy erre szolgáló mutatót. Pontosan délben az óra eljátssza a himnuszt, a nap második felében pedig egy olyan dallamot játszik, amelyet maga Kulibin szerzett. Minden órát, félórát és negyedórát külön harangütés jelez.

A felhúzos szerkezetű automaták, az emberhez és különböző állatokhoz hasonló külsejű mechanizmusok népszerűsége a XIX. században to-

vább folytatódott, sőt átnyúlt a XX. századba. A mechanikai játékautomaták a felnőttek és a gyerekek kedvelt szórakoztatóivá váltak.

Különösen divatosak voltak a kalickába zárt, felhúzható énekesmadarak. A hangkeltő dobozba levegőt juttató fújtatókat egy közös, acélrugós óramű hozta mozgásba.

A „komoly" tudomány azonban a XIX. században észrevehetően elhidegült az élő szervezetek mechanikai modelljeitől, később pedig teljesen elfordult tőlük. Az androidok eljátszották szerepüket a technika fejlesztésében. Azok a tapasztalatok, amelyeket a legkülönbözőbb játékautomaták szerkesztésében és megépítésében az ezermesterek generációi összegyűjtöttek, megkönnyítették a gépszerkesztés és az automatika alapelveinek és műszaki eszközeinek kidolgozását és gyakorlati ellenőrzését, úgyhogy lehetővé vált az áttérés a gépesített gyártásra. A gépek és különböző mechanizmusok – Droz és Vaucanson gépembereinek gőzgépekkel, majd villamos motorokkal felszerelt utódai – döntő pozíciókat hódítottak meg maguknak az iparban, a mezőgazdaságban, a közlekedésben. Ma már egyre inkább az a helyzet, hogy nemcsak a szórakozást és mulattatást szolgáló furcsa játékgépek vonják magukra a lelkes nézők figyelmét, hanem a komoly munkát végző gépi berendezések is. Az androidok és az embert vagy állatokat utánzó egyéb mechanizmusok a műszaki múzeumok csendes termeiben találták meg utolsó mentsvárukat.

Elektromos emberek

Az új idők új ötleteket hoztak. Az elektromosság, a rádió, a fizikai és a műszaki vívmányok nyomán összehasonlíthatatlanul kibővültek a lehetőségek az élőlények modellezésében. A gépembereket, az androidokat az elektromos „emberek", robotok váltották fel.

A „robot" szó egy tehetséges írótól, Karel Čapektől származik. Az ő fantáziája nyomán ma már robotnak nevezünk a legegyszerűbb gyufaárusító automatáktól kezdve a korszerű rakéták bonyolult automatikus irányító rendszeréig bezárólag minden lehetséges, önállóan működő műszaki rendszert. A mai robotok azonban nem hasonlítanak a Čapek által leírt, emberszerű robotokra. Az új robotok bonyolult finommechanikai szerkezetek, a tudomány legújabb vívmányai alapján készülnek, és rendkívül sok műveletet olyan gyorsan és pontosan képesek elvégezni, hogy az ember, sőt még egy csapat ember se képes versenyezni velük. Vannak viszont szűkebb értelemben vett robotok is: olyan szerkezetek,

amelyek külsejükben, bizonyos viselkedési formáikban az emberre vagy valamilyen állatra emlékeztetnek. Ezek az utóbbi robotok reklámozási, oktatási vagy más különlegesebb célt szolgálnak.

Az első emberszerű robotok közé tartozott a Vansley amerikai mérnök által megkonstruált Mr. Televox. Külseje tekintetében ez a robot nagyjából olyan volt, mint egy ember, és füttyel lehetett távolról irányítani. A füttyjelekre bekapcsolta a porszívót vagy a ventillátort, meggyújtotta a szobában a lámpát, kinyitotta az ablakokat és az ajtót, de néhány más elemi műveletet is el tudott végezni. Ezenkívül meg tudott szólaltatni egy pár mondatot egy mágneses szalagról. Átalakított formájában később állandó ügyeletes lett egy New York-i felhőkarcoló vízellátási rendszerében. Figyelte a vízszintet, megindította a szivattyúkat, telefonhívásra felvilágosítást adott a vízvezetékrendszer állapotáról, stb.

Egy másik elektromos „ember” Erik volt, egy Richardson nevű angol mérnök készítette 1928-ban. Ezt a páncélba öltöztetett középkori lovagnak megfelelő külsejű robotot szintén távolról lehetett irányítani. A kapott parancsoknak megfelelően leült vagy felállt, válaszolt néhány egyszerű kérdésre; válaszadás közben villogott a szeme, és zöld színű kis lámpák égtek a szájában.

1932-ben az angol Harry May hatalmas, kéttonnás robotot szerkesztett. Ez az Alfa nevű robot nemcsak leülni és felállni tudott és kezeit mozgathatta, hanem beszélt is, fütyült, énekelt, sőt célba lőtt egy revolverrel, és 20 méter távolságról minden golyójával beletalált egy almába.

Az 1933. évi centenáriumi kiállításon Chicagóban előadások tartására alkalmaztak egy robotot. Amikor beszélni kezdett az emésztésről, kigombolta mellényét, szabaddá tette átlátszó falú mellét és hasát, rámutatott ujjával a nyelőcsőre, a gyomorra, a belekre és a májra, elmagyarázta a belső szervek felépítését.

Sok rádióirányítású robotot szerkesztett és épített meg Ausztriában August Huber mérnök. Ezek a robotok járkáltak, mozgatták fejüket és kezüket, hunyorgattak szemükkel, dohányoztak, telefonáltak. Az utóbbi évtizedekben egy sereg konstruktőr foglalkozott olyan elektromos műemberek létesítésével, amelyek sok mindent tudnak elvégezni, és engedelmesen követik gazdájuk utasításait.

Sokan közülük komolyan erősítgették, hogy a jövőben (Čapek darabjának robotaihoz hasonlóan) ilyen robotok fogják helyettesíteni a gyárakban az élő munkásokat és tisztviselőket. Később azonban világossá vált, hogy az ilyen robotok még az elektronika és automatika legmodernebb vívmányaival felszerelve is lényegileg csak játékok, mint a XVIII. század androidái.

A kibernetikai állatsereglet

Századunk 50-es éveinek robotkonstruktőrei már olyan képességekkel is felruházták alkotásaikat, amilyenek a régi mechanikai és elektromos játékokban nem voltak meg: ezek az új robotok már nemcsak mereven megszabott programot voltak képesek végrehajtani, hanem pillanatnyi külső hatásoktól függő műveleteket is. A legegyszerűbb ilyen robot a kibernetika megszületésének alighanem még az első éveiben Norbert Wiener elképzelései szerint készült el.

A modell egy motorral és teleppel ellátott kis kocsi. Mozgását két fényelem és egy elektronikus erősítő vezérelte. Amíg a két fényelem egyenlő megvilágítást kapott, a vezérlőrendszer egyensúlyi állapotban maradt, tehát nem kapcsolta be a motort, úgyhogy a modell mozdulatlanul pihent. Mihelyt az egyik fényelemet erősebb fény érte, megszűnt az egyensúlyi állapot, és egy relé (jelfogó) meghúzása bekapcsolta a motort. A motor forgásirányától függően a kocsi az egyik vagy a másik irányban kezdett gurulni, és mindaddig mozgott, amíg ki nem egyenlítődött a két fényelem megvilágítása. A modell úgy volt beszabályozva, hogy a relé meghúzásakor az erősebb fény irányába kezdett mozogni a kocsi. Egy másik modell viszont igyekezett elbújni a fény elől és ide-oda futkározott a szobában, míg rá nem bukkant egy sötét sarokra.

Gray Walter angol fiziológus már kissé bonyolultabb szerkezeteket készített. Alakjuk és lassú mozgásuk miatt később teknősöknek nevezték el ezeket a modelleket. Az Elmer (elektromechanikai robot) nevű „teknősbéka" egy kis háromkerekű kocsi volt, rajta két motorral (előre- és hátramenethez), néhány elektromágneses relével, elektronikus áramkörökkel és egy akkumulátorral. Egyszerű felépítése ellenére ez a teknősbéka meglehetősen bonyolultan viselkedett. Amíg fel volt töltve az akkumulátora, jóllakott állatként lassan cammogott a gyengén megvilágított vagy sötét helyiségben, és amikor beleütközött valamibe (például egy szekrénybe vagy asztal lábába), megtorpant, elfordult és az akadály kikerülésével folytatta útját. Mihelyt felgyulladt valamilyen erős fényforrás a helyiségben, Elmer hamarosan tudomást szerzett róla, megindult a fény felé, de túlságosan nem közelítette meg, mintha félne a káprázattól. Az akkumulátor kisülésének mértékében egyre nagyobb érdeklődést tanúsított a fény iránt, amely megvilágította etetőnyílását, vagyis azt a helyet, ahol töltést kaphatott akkumulátora. Amikor már annyira kimerült az akkumulátor, hogy utána kellett tölteni, a teknős bátran nekivágott a fény felé.

Hátára helyezett égő villanylámpával még bonyolultabbá lehetett

tenni Elmer viselkedését. Ha észrevett egy tükröt a szobában, a teknősbéka rögtön megindult felé, mert felismerte magát a tükörképben. Órákig is elnézegette magát a tükörben, hol közelebb ment hozzá, hol eltávolodott egy kicsit, és jobbra-balra forgolódott előtte.

Később ez a Gray Walter egy újabb teknőst készített. Elsie (Electro-Light-Sensitive: elektronikus fényérzékeny robot) tulajdonképpen másolata volt „bátyjának", de kissé másképp viselkedett: élénkebben reagált a megvilágítás legkisebb változásaira is, gyorsabban és többet mozgott, nagyobb volt a fogyasztása, és ezért gyakrabban világíttatta meg „etetőnyílását". Az ugyanabban a szobában szabadjára engedett két teknős gyorsan egymásra talált, összetalálkozásuk után sajátságos táncba kezdtek.

Még érdekesebb volt Gray Walter harmadik teknősbékája, Cora, ahogy alkotója elnevezte (Conditional Reflex Automat: feltételes reflexes automata). Ez a kis kibernetikai állatka nemcsak látott és tapintott, mint elődjei, hanem hallott is: egy mikrofonnal is kiegészítette érzékszerveit a konstruktőre. Ezenkívül meg lehetett tanítani bizonyos dolgokra, ki lehetett fejleszteni benne bizonyos „feltételes reflexet" (ugyanis egy kondenzátora megőrizte egy ideig a felhalmozódó elektromos töltést, és ezáltal „emlékezni" tudott).

A feltételes reflex alapján Gray Walter arra tanította meg Corát, hogy füttyjelre álljon meg az akadályok előtt és térjen ki előlük. Ezt úgy csinálta, hogy mindig füttyentett egyet, valahányszor a szobában ide-oda mozgó Cora valamilyen akadály elé került. A füttyjelre Cora megállt, hátrább húzódott, és elfordult az egyik oldalra még akkor is, amikor nem is volt semmilyen akadály előtte.

Sajátságos viselkedési formáik révén ezek a kibernetikai játékok már jobban hasonlítottak a tényleges élőlényekhez, amelyeknek éppen az a jellemző tulajdonságuk, hogy a környezeti viszonyok figyelembevételével célszerű cselekvésekre képesek. Ezért a továbbiak során az élő szervezetek viselkedését modellező robotok nagy érdeklődést váltottak ki a kibernetika tudományos, no és kevésbé tudományos köreiben. Néhány év leforgása alatt már egész állatsereglet alkottak a kibernetikai állatok: teknősbékák, rókák, mókusok, kutyák stb. A kis „állatkák" közös elven működtek, és főképpen csak külalakjukban különböztek egymástól. A különböző országok rádióamatőrei, tudományos diákegyesületei, tudományos laboratóriumai és fiatal technikusai készítették őket. A legismertebbek: a labirintusban utat kereső egér, amelyet Claude Shannon amerikai tudós épített meg, a diót gyűjtögető és készleteit a fészkében felhalmozó mókus, amelynek megalkotója az amerikai Edmund Bark-

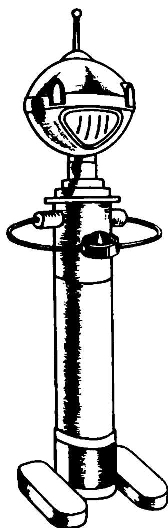
ley, a Barbara és Job nevű, a francia Albert Daucrocq által megszerkesztett rókák stb. A Leningrádi Elektrotechnikai Intézet táplálékra és fényre reagáló kiskutyát konstruált. Az utóbbi feltételes ingere a füttyszó mellett a farkára kifejtett nyomás volt. Nagy hírnévre tett szert a Szverdlovszki Pedagógiai Intézet hallgatói és előadói által megépített, Van nevű kibernetikai robot. Ilyen modelleket tovább is sorolhatnánk. Napjainkban is tart a különböző kibernetikai lények konstruálása.

Mire jók a „vasemberek"?

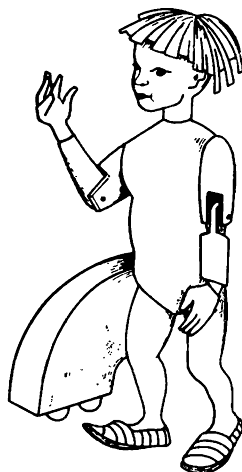
Amikor az ember megalkot egy gépet, egy okos, erős és ügyes szolgát és segítőtársat magának, egyáltalán nincsen szüksége arra, hogy ez a szolga és e segítőtárs emberi alakú legyen, vagy valamilyen más élőlényhez hasonlítson. Nem a külső a fontos, hanem az, hogy elvégezze a rábízott munkát. Szükséges volna talán az, hogy például a „vasparipa", a traktor az igazi lovaknak megfelelő alakú legyen? Vagy hogy a szódavízárusító automaták szemrevaló eladólányokhoz hasonlítsanak? Érdemes feltenni ezt a kérdést, mert így rögtön rádöbbenünk egy értelmetlenségre. Mire kellenek hát az emberhez hasonló alakú robotok? Miért van az, hogy az alexandriai Heron idejétől kezdve napjainkig olyan sok lelkes nemzedék fáradozott és fáradozik továbbra is az emberhez és az állatokhoz hasonló mesterséges lények megteremtésén, és hogy felhasználja erre a célra a tudomány és a technika minden ismert vívmányát, létrehoz új találmányokat, kivív új felfedezéseket?

Említettük már, hogy Droz és Vaucanson idejében a gépi „emberkék" megteremtésével bizonyították a rátermettségüket és tudásukat a tehetséges mesterek. Megemlítjük még N. Sz. Leszkov balkezes regényhősét, aki egy vasbolha megpatkolásával akarta megmutatni az angoloknak, hogy az oroszok se mennek a szomszédba a jó ötletekért. A XX. század első felében sok elektromos bábu készült lényegileg reklám céljaira.

A Moszkvai Műszaki Múzeum automatikai, telemechanikai és kibernetikai osztályán egy robot vezeti végig a kiállításon a látogatókat (1. ábra), és saját magáról a következőket mondja el: „1963. január 1-én születtem. Apáim – Mark Alekszandrov és Mark Gorohov mérnökök – hetekig gondolkoztak azon, mi is az életem értelme és célja. És lám, döntésüknek megfelelően én, a robot, idegenvezető lettem a Műszaki Múzeumban. Az automatika, telemechanika és kibernetika termeiben elkísérem a látogatókat a kiállított tárgyak között, és felelek az érdeklődők kérdéseire.



1. ábra
A Szepulka nevű robot



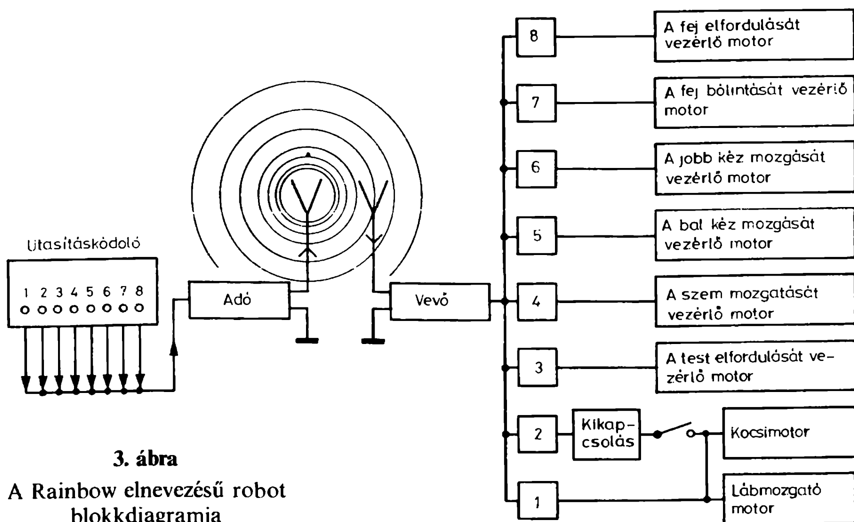
2. ábra
A. M. Atton robotja

Talán bizony valamilyen műszaki csoda vagyok? Egyáltalán nem. A távműködtetés jól ismert elvei alapján működöm, és egy magnetofon szól bennem. Miután megismertettem a látogatókat a távműködtető rendszerek ipari alkalmazásaival, elmagyarázom saját felépítésemet is. Ily módon egyidejűleg két szerepet töltök be a múzeumban: tájékoztatom a látogatókat, de egyúttal kiállított tárgy is vagyok."

Ezt a robotot, amelyet a készítői Szepulkának neveztek el, elektromotor hozza mozgásba. Mellében egy mikrofon és egy elektronikus erősítő van elhelyezve. Feje is tele van elektronikus áramkörökkel. Ezüst-cink akkumulátorok táplálják.

Moszkvában, a népgazdaság vívmányainak kiállításán nagy népszerűségre tett szert Szepulka kollégája, egy másik robot, az ugyancsak tájékoztató szolgálatot ellátó Szibirjak–2.

De ismerkedjünk meg még egy különleges rendeltetésű, „emberszabású" robottal (2. ábra). Feltalálója, A. M. Atton amerikai mérnök filmszínésznek szánta. Ez a robotbábu egy gyermekfilm főszerepének az eljátszására készült. Sok mindent tudott: tetszés szerinti irányban elmozdult, mozgatta a kezét, rázta a fejét, bólintott, szemét ide-oda mozgathatta. A filmfelvételek idején minden mozdulatát rádión irányították (3. ábra):



3. ábra
A Rainbow elnevezésű robot blokkdiagramja

belsejében és a hozzákapcsolt kis kocsin volt elhelyezve a rádióberendezés és az akkumulátortelep. Rainbow (így nevezték el a bábut, maga a szó szivárványt jelent) kitűnően játszotta el a neki szánt szerepet.

A felhozott példák jól érzékeltetik az emberszerű robotok gyakorlati felhasználásának lehetőségeit. Az ember által mesterségesen létrehozott élőlények – az androidok, a robotok, a kibernetikai teknősbékák és egyéb állatok – majdnem mind többek az egyszerűen csak mulattató játékoknál. Azért is értékesek az emberiség számára, mert mintegy egybeötvözik a mérnöki gondolkozást a népi ezermesterek művészetével. Nem véletlen, hogy sok ilyen játékszer múzeumba került, és remekműnek számít.

Ismerkedjünk meg a KFF-fel!

Az ember ernyedetlen buzgalommal folytatja az űrkutatást. Új űrhajókat irányít a Hold, a Vénusz, a Mars felé. Automatikus készülékekkel lefényképezi a távoli világok felületét, tanulmányozza domborzatukat, légköri viszonyaikat. Már nincsen messze az a nap, amikor az ember egy ismeretlen bolygó titokzatos felszínére teszi a lábát.

Sok meglepetés és veszély vár ott az első felfedezőre: a szokatlan légkör, a bágyasztó hőség és a dermesztő hideg, az ismeretlen növényzet és

állatvilág, mindebből előre nem sokat lehet tudni. A robotok mint automatikus felfedezők nagy szerepet játszhatnak a naprendszer bolygóinak meghódításában. Képesek lesznek majd észlelni a veszélyt, és figyelmeztetni rá a merész űrhajósokat.

Azt ajánljuk az Olvasónak, próbálkozzék meg egy olyan felfedező robot modelljének a megépítésével, amely segítségére lehetne az embernek az ismeretlen közeg átkutatásában. E vasember elkészítése során a lelkes konstruktőrök megismerkedhetnek a kibernetikai gépek fontosabb szerelvényeivel és áramköreivel, sok hasznos ismeretre és tapasztalatra tehetnek szert. De a mi **KFF**-ünk – **kibernetikai felfedezőnk** – csak a konstruktőr lakását vagy a ház közvetlen környezetét fogja átvizsgáni. Egy kis fantázia, és máris ott lépeget „a távoli bolygók poros ösvényein".

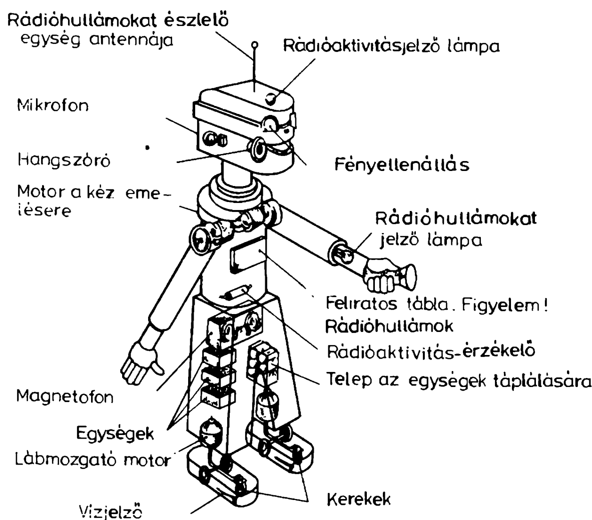
Robotunk, a KFF szerkezetét úgy dolgozzuk ki, hogy szükség esetén könnyen lehessen módosítani vagy kiegészíteni az elektronikus áramköröket, beépíteni újabb szerelvényeket és egységeket vagy kibővíteni a modell működési programját.

KFF-ünk (4. ábra) sok olyan cselekedetre képes, amely az élő szervezetekre jellemző, és amelyre nagy szüksége lehet a felfedezőnek, amikor az ismeretlen bolygót járja. Amíg sötét van, nem mozog, „szunyókál". A világítás bekapcsolásakor „felébred", elkezd mozogni. Óvatosan lépked, figyelmesen vizsgálja közben az utat. Előre vagy hátra léphet, elfordulhat jobbra vagy balra aszerint, hogy jobbról vagy balról kap erős fényt. Ha valami gátolja továbbhaladásában visszahőköl, megpróbálja megkerülni az akadályt. Ugyanígy jár el akkor is, amikor valamilyen veszély fenyegeti elölről, például egy rendkívül meredek lejtő (szakadék), nagy víz, tűz vagy erős hőforrás.

Az ismeretlen tájak kutatójának tudnia kell, vannak-e ártalmas sugárzások a környezetben. Egyetlen élőlény sem tartózkodhat hosszabb ideig olyan helyen, ahol erős radioaktív sugárforrások hatnak. Ebből a szempontból is hasznára lehet a KFF az embernek. Amint radioaktív sugárzás éri, ez a robot felemeli pirosra festett jobb karját, hogy jelezze a veszélyt, sisakján felgyullad egy vörös lámpa, a belsejében elhelyezett sziréna pedig riasztó hangjeleket ad.

Rádióhullámok útján jön létre a fő kapcsolat az űrhajós és bolygója között. Ezért nagyon fontos, hogy az űrutasok idejében észlelhessék a Földről vagy más űrhajókról beérkező rádiójeleket.

Robotunk egy olyan áramköri egységgel is el van látva, amely éberen reagál a környező térben megjelenő elektromágneses sugárzásra. A 200 kHz és 5 MHz közötti elektromágneses hullámok hatására a robot



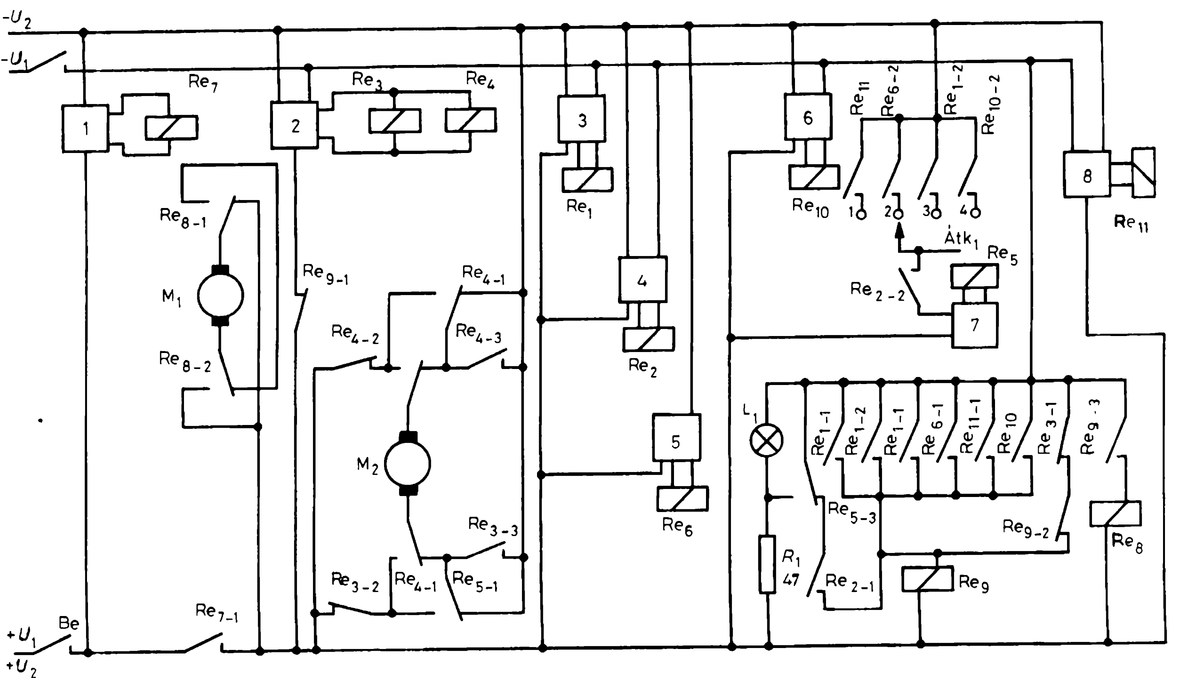
4. ábra
Az ismeretlen tájak kibernetikai felfedezője, a KFF

felemeli kékre festett bal karját. Mellén világítani kezd egy tábla a „Figyelem! Rádióhullámok!" felirattal, belsejéből pedig megszólal egy hangszóró: „Vigyázat! Rádióhullámok!"

Kibernetikai felfedezőnknek megvan az az érdekes tulajdonsága is, hogy tárolni képes „élettapasztalatait", vagyis feltételes reflexeket alakíthat ki magában. Ha mindig valamilyen hangjelet (füttyöt) hozunk létre, amikor veszélybe kerül (például vízbe esik, tűz felé közeledik vagy egy szakadék szélére kerül), a KFF hamarosan megérti e hangjel értelmét, úgyhogy a továbbiakban már elegendő lesz egyetlen füttyszó ahhoz, hogy megállítsuk, hátrálásra és irányváltoztatásra késztessük.

A KFF működési kapcsolási rajzát az 5. ábra mutatja.

A sötétségben bekapcsolt robot mozdulatlan marad („szunyókál"), mivel csak a „világítási alapszint" nevű egysége kap táplálást. Mihelyt a világítás elér egy előre beállított minimumot, meghúz ebben az egységben az Re_7 relé és Re_{7-1} érintkezőjén keresztül bekapcsolja a többi egység táplálását, vagyis a robot „felébred". Az M^1 motor egy feszültségcsökkentő transzformátoron keresztül áramot kapván forgásba hozza a hátsó kerekeket. A Re_8 relé érintkezőivel lehet átkapcsolni „előre" vagy „hátra" a mozgás irányát. A robotot jobbra és balra mozgató M_2 motor a hossztengelyhez képest forgatja el a kormánykerék felfüggesztését.



5. ábra
A robot funkcionális kapcsolási rajza

A forgásirány (jobbra vagy balra) attól függ, hogy milyen polaritással kapcsolják a relék Re_{3-1}, Re_{3-2}, Re_{4-1}, Re_{4-2}, Re_{4-1}, Re_{5-1}, érintkezői a feszültséget az M_2 motor armatúrájára.

Amíg a fényirányítás egységének kimenetén lévő Re_3 és Re_4 relék nem kapnak áramot, a KFF mozgásának irányát a Re_{4-1} és Re_{5-1} érintkezők szabják meg, ezeket az érintkezőket viszont az M_1 motorral forgatott bütyköstárcsák nyitják és zárják. A bütyköket úgy kell kialakítani, hogy a Re_{4-1} érintkezők átkapcsolásakor a Re_{5-1} érintkezők zárva legyenek, és balra irányítsák a robot mozgását (az 5. ábrán alaphelyzetben láthatók az érintkezők). A Re_{5-1} érintkezők működtetésekor szétválnak a Re_{4-1} érintkezők, ekkor jobbra kezd mozogni a robot. Ily módon Re_{4-1} és Re_{5-1} érintkezők hatására a robot zegzugos pályán is mozoghat. Ha most valamilyen erős fény felvillanására meghúz a Re_3 vagy a Re_4 relé a Re_{4-1} és a Re_{5-1} érintkezők átkapcsolásától függetlenül jobbra, ill. balra veszi az irányt a KFF. Ha egyidejűleg R_3 és R_4 is meghúz, az M_2 motor kikapcsolva marad, és a robot egyenes irányban folytatja az útját (ekkor az M_1 motor működik).

Most nézzük meg, hogyan viselkedik a KFF, ha „veszélybe" kerül. A Re_9 relé meghúzóáramkörébe be vannak iktatva különböző záróérintkezők, nevezetesen a vízzel vagy szakadékkal való találkozáskor záruló Re_{6-1} (a „vízakadály" egységben), a tűzzel vagy más hőforrással való találkozáskor záruló Re_{1-1} (a „hősugárzás" egységben), a rádióhullámok hatására záruló Re_{14-1} (a „rádióhullámok" egységben), a veszélyes sugárzás hatására záruló Re_{10} (a „sugárzásészlelő" egységben) és az akadályokba ütközéskor záruló Re_{1-2}.

Bármelyik veszélyt jelző érintkező zárásának hatására meghúz a Re_9 relé és a Re_{9-2} érintkezőkön, továbbá a Re_{3-1} nyitóérintkezőn keresztül tartóáramot kap. Ezzel egyidejűleg a Re_{9-1} érintkező megszakítja a fényirányítás egységének tápkörét, vagyis a riasztó jelzés idejére kikapcsolja ezt az egységet. Ugyanakkor Re_{9-3} megszakítja az Re_8 relé meghúzóáramkörét, aminek következtében hátramenetre vált át az M_1 hajtómotor. A kibernetikai kutató mindaddig hátrál, míg meg nem szakítja a Re_{3-1} érintkező a Re_9 relé tartóáramkörét, ami egyébként az M_1 motorral működtetett bütyök hatására következik be.

A Re_{3-1} érintkező nyitásakor elenged a Re_9 relé, mert ekkor már nyitva vannak a veszélyt jelző érintkezők. A Re_9 relével együtt a Re_8 relé is nyugalmi állapotba kerül, és a KFF újra előre kezd mozogni. Mozgásiránya most már más lesz, mert az M_2 motort eddig a Re_{4-1}, Re_{5-1} érintkezők vezérelték.

Mármost hogyan fejlődik ki robotunkban a „feltételes reflex"? A fel-

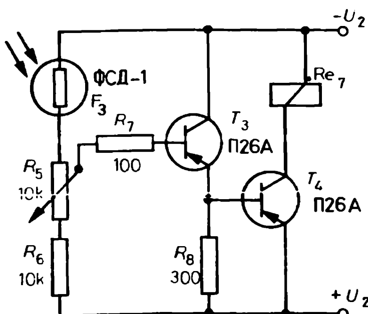
tételes reflexet kifejlesztő egység kimenetén levő Re_5 relé a táplálás bekapcsolásakor rögtön meghúz. Az erre a célra szolgáló (1380 Hz-es) síp hangjára eleinte csak a „hallás" egységében levő Re_2 relé húz meg. Amikor viszont a tápfeszültség negatív sarka egymás után többször is a feltételes reflexet kialakító egység bemenetére kerül, és a Re_1, Re_6, Re_{14}, Re_{20} relék valamelyikének meghúzásával egybeesik egynéhányszor a Re_2 relé meghúzása, ez az egység kikapcsolja a Re_5 relét, felgyullad az L_1 lámpa, jelezve, hogy kialakult a feltételes reflex; ezzel egyidejűleg a Re_{5-3} érintkező előkészíti Re_9 bekapcsolását. Most már elegendő maga a fütty is ahhoz, hogy a Re_{5-3} és Re_{2-1} érintkezőkön keresztül meghúzzon a Re_9 relé, vagyis a robot ugyanúgy reagál a sípszóra, mint a veszélyre. A K_1 átkapcsolót az 1, 2, 3 vagy 4 helyzetbe kapcsolva lehet változtatgatni a feltétlen ingert, amelynek felhasználásával lehet kialakítani a feltételes reflexet.

A robot „anatómiája"

Most térjünk át robotunk egyes egységeinek leírására.

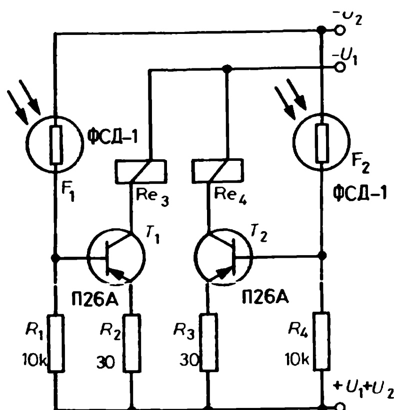
„Fényszint" (6. ábra). Ez az egység a közös automatikus kapcsoló. Érzékelőeleme az FR_3 fényellenállás (ФСД–1 típusú). Ez az ellenállás a T_3 és T_4 tranzisztorokat tartalmazó erősítő bemeneti áramkörében van elhelyezve (a tranzisztorok П26A típusúak). Az R_5 potenciométerrel állítjuk be az egység érzékenységi küszöbszintjét, és tetszés szerint úgy végezhetjük el ezt a beállítást, hogy a gyenge nappali világítás vagy a lámpafény váltsa ki az egység bekapcsolását. Az R_8 ellenállás szabja meg a T_3 tranzisztor kollektorának kezdeti áramerősségét. Az РЭС–15 típusú Re_7 relé akkor húz meg, amikor a T_4 tranzisztor árama 30 mA-t ér el.

A fényirányító egység (7. ábra) irányítja a fényforrás felé a KFF mozgását. Az érzékelőelem két ФСД–1 típusú fényellenállás, FR_1 és FR_2. Amikor a fényellenállások nem kapnak megvilágítást, a T_1 és T_2 (П26A típusú) tranzisztorok nem vezetnek, a Re_3 és Re_4 (РЭ–15 típusú) relék árammentesek. A fényellenállások megvilágításakor megnő a fényáram, megváltozik a T_1 és T_2 tranzisztor bázisárama, és a Re_3 és a Re_4 relé meghúz, és kikapcsolja az M_2 kormánymotort. A robot egyenesen nekivág a fényforrás irányába. Ha csak az FR_1 fényellenállást éri fény, a Re_3 relé húz meg, a Re_{3-1}, Re_{3-2}, Re_{3-3} érintkezők átkapcsolnak, az M_2 motor elkezdi balra forgatni a kormánykereket. A kapcsolás másik fele az FR_2 fényellenállással és a T_2 tranzisztorral az előbbinek megfelelően működik, de nem balra, hanem jobbra forgat. Az R_1, R_4 ellenállásokkal



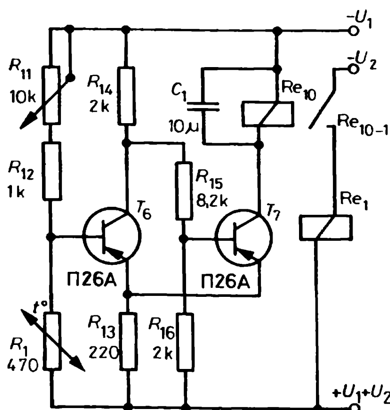
6. ábra

A fényszintet érzékelő egység elvi kapcsolási rajza



7. ábra

A fényirányító egység elvi kapcsolási rajza

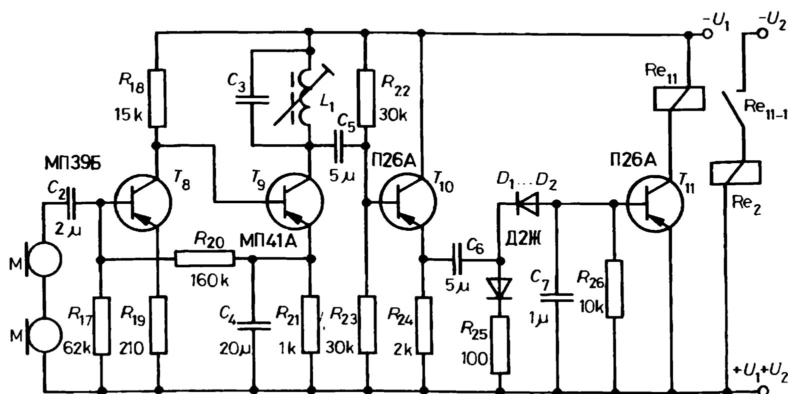


8. ábra

A hősugárzás egységének elvi kapcsolási rajza

lehet beállítani a tranzisztorok kezdeti áramerősségét, az R_2, R_3 ellenállásokkal pedig az áramkörök érzékenységét szabályozzuk.

A hőérzékelés egysége (8. ábra) akkor jön működésbe, amikor hőforrás felé közeledik a robot. Az érzékelőelem az R_1 termisztor, amely a T_6 és T_7 tranzisztorokat tartalmazó indítóáramkör bemenetére van kapcsolva. Szobahőmérsékleten úgy kell beállítani az R_{11} potenciométerrel a T_6 és T_7 tranzisztorokat, hogy a T_7 tranzisztor ne vezessen, a Re_{10} relé



9. ábra

A hallásegység elvi kapcsolási rajza

ne kapjon gerjesztést. Ekkor a T_6 tranzisztor vezet. Ha az R_1 termisztor elé tartunk egy hősugárzót, valamilyen fűtőtestet vagy egy égő gyufaszálat, ellenállása a hő hatására gyorsan megváltozik (lecsökken) a T_6 tranzisztor elzárja az áram útját, T_7 tranzisztor pedig nyit, úgyhogy a Re_{10} relé meghúz, és érintkezői zárják a Re_1 relé áramkörét. A „veszély" jele a Re_9 relére jut (l. az 5. ábrát). Miután a robot eltávolodott a hőforrástól, az áramkör visszatér nyugalmi állapotába.

A hallásegység (9. ábra) révén képes hallani a KFF. Minden helyiségben azonban nagyon nagy az alapzaj, és ezek hatására a mikrofon akkor is bekapcsolná a relét, amikor nem kellene. Ezért egy 1380 Hz-re hangolt rezgőkört (szűrőt) is tartalmaz az egység (ez a rezonanciafrekvencia azért előnyös, mert a sportversenyeken használatos és könnyen beszerezhető sípok pontosan 1380 Hz frekvenciájú hangot adnak). Az érzékelőelem két mikrofon a fejében, mégpedig az egyik a jobb, a másik a bal oldalon (a két mikrofont sorba kell kapcsolni). A C_2 leválasztó kondenzátoron keresztül T_8 tranzisztor bázisára kerülnek a kisfrekvenciás jelek. Erősítés után ezek a jelek T_9 tranzisztor bázisára jutnak. A tranzisztorok munkapontjának és hőmérsékleti viszonyainak stabilitása érdekében negatív visszacsatolást kap a két fokozat. T_9 tranzisztor kollektorkörébe be van iktatva egy rezgőkör (L_1C_3). Amikor 1380 Hz frekvenciájú jel éri a mikrofonokat, erősítés után T_9 tranzisztor kollektora kiemeli ezt a frekvenciát, és a C_5 leválasztó kondenzátoron keresztül a kollektorkapcsolású T_{10} tranzisztor bázisára továbbítja. A tranzisztor emitteréről bejut a jel a D_1, D_2 diódákat tartalmazó, feszültségkétszerező kap-

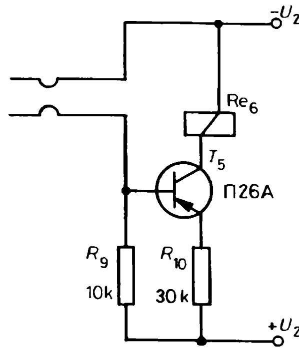
csolású egyenirányítóba. Az egyenirányított feszültséget az egyenáramú erősítőként működő és a Re_{11} relét gerjesztő T_{11} tranzisztor bázisa kapja meg. Amikor feszültség jelenik meg ezen a bázison, T_{11} tranzisztor vezetni kezd, a Re_{11} relé meghúz és érintkezői zárják a Re_2 relé meghúzókörét. Az utóbbi relé érintkezője bekapcsolja a feltételes reflexet kifejlesztő egységet.

Az L_1 indukciós tekercs egy 6 mm átmérőjű ferritgyűrűn 0,1 mm-es zománchuzalból 700 menetet tartalmaz. A Re_2 relé PЭC–6, a Re_{11} relé pedig PЭC–15 típusú.

A vízakadályt érzékelő egység (10. ábra) révén érzékeli a kibernetikai felfedező az útját álló vizet. Az érzékelőelem egy elektródapár az M_1, M_2 motorokat tartalmazó kocsi elülső oldalán. A kocsi a robot lába, a rajta levő burkolat cipőt utánoz. Az elektródákat (a jelátalakítókat) foszforbronzból kell elkészíteni, és króm vagy nikkel védőréteggel kell ellátni. Vastagságuk 1 mm, hosszúságuk 35 mm. Úgy kell felszerelni őket, hogy 1...2 mm-re kerüljenek egymástól. A padlótól számított magasságuk 5...6 mm. A П 26 A típusú T_5 tranzisztorral megépített erősítő bemenetén van a két elektróda, és a tranzisztor kollektorkörébe kerül az PЭC–15 típusú Re_6 relé. Az R_9 ellenállás rezisztenciájának nagyságát az egység beállításai során lehet megszabni a megfelelő érzékenység alapján. Az emitterkörben levő R_{10} ellenállással úgy kell beállítani a tranzisztor munkapontját, hogy biztonságosan húzzon meg a relé. Amíg száraz helyen van a robot lába, az elektródák között megszakad az áramkör, a T_5 tranzisztor nem vezet, hiszen bázisárama gyakorlatilag nullával egyenlő. Ekkor a Re_6 relé nem kap gerjesztést. Mihelyt azonban vízbe lép a robot, zárnak az érintkezők (az érzékelőelektródák), a T_5 tranzisztor vezetővé válik. Meghúz a Re_6 relé. Re_{6-1} és Re_{6-2} érintkezői zárnak (l. az 5. ábrát), létrejön a veszély jele. Az érintkezők zárása következtében megváltozik az M_1 motor forgásának iránya, a robot hátrálni kezd arról a helyről, ahol vízakadályt észlelt.

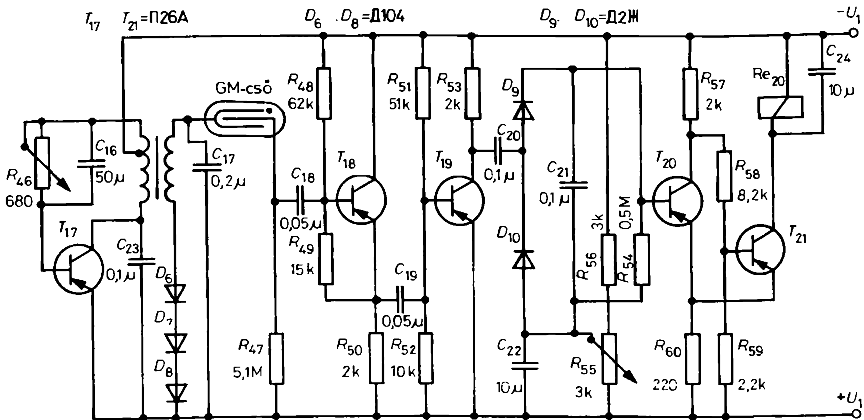
A sugárzásfelderítő egység két részből áll: az elektronikus áramkörökből (11. ábra) és a végrehajtóegységből. Feladata a *sugárveszély* észlelése és jelzése. Érzékelőeleme egy CTC–5 (vagy CTC–1) típusú gázkisüléses, Geiger–Müller-számlálócső. Ez a cső azáltal jön működésbe, hogy a radioaktív *sugárzás* ionizálja a benne levő gázt. Elég nagy térerősség esetén lavinaszerűen alakul ki a kisülés, és az így keletkező folyamatok többszörösére erősítik fel az ionizációs hatást.

A számlálócsövet a П 216 A típusú T_{17} tranzisztorral megépített záróoszcillátor táplálja nagyfeszültséggel. A záróoszcillátor tranzformátorához EI 12 transzformátorlemezekből kell összeállítani egy 12 mm vas-



10. ábra

A vízakadályt érzékelő egység elvi kapcsolási rajza



11. ábra

A sugárzásfelderítő egység elvi kapcsolási rajza

tag vasmagot. A primer tekercs zománcozott 0,22 mm-es huzalból 146 menetet tartalmaz, a 26. menetnél leágazása is van, a szekunder tekercs pedig zománcozott, 0,08 mm-es huzalból 3000 menettel készítendő el. A záróoszcillátorral előállított impulzusokat a Д 104 típusú D_6–D_8 diódák egyenirányítják, és 300...500 V-ra töltik fel velük a C_{17} kondenzátort.

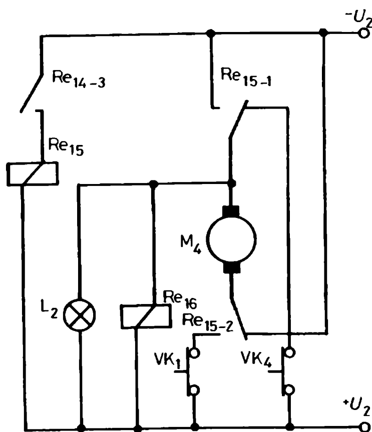
Ha *ionizáló radioaktív sugárzás* jelenik meg a környezetben, kisülés jön létre a számlálócsőben. Az így keletkező feszültségimpulzusok az R_{47} ellenállásról a C_{18} kondenzátoron keresztül egy kétfokozatú erősí-

tőre jutnak. Ez az erősítő a T_{18} és T_{19} tranzisztorokat foglalja magában, és, hogy elég nagy legyen a bemeneti rezisztenciája, az első fokozata kollektorkapcsolású. A második fokozat emitterkapcsolásban működik, kollektorköri terheléséről pozitív feszültségimpulzusokat szolgáltat a C_{20} kondenzátoron keresztül a D_9, D_{10} diódákból feszültségkétszerező kapcsolásban megépített egyenirányítóra. Az egyenirányító feltölti a C_{21} kondenzátort. A kisütőáram az R_{54} ellenálláson folyik át, az így keletkező feszültségesés hozzáadódik a referenciafeszültséghez, amelyet az egység beállításai során az R_{55} potenciométerrel kellett a C_{22} kondenzátoron beállítani. Az összegfeszültség a T_{20} tranzisztor bázisára kerül. Ez az utóbbi tranzisztor a T_{21} tranzisztorral együtt indítóáramkört alkot, és a következőképpen működik.

Amíg nem lehet sugárzást észlelni, a T_{20} tranzisztor bázisán kialakuló feszültség csak attól függ, hogyan van beállítva az R_{55} potenciométer csúszkája. Ezt a potenciométert egyébként úgy kell beállítani, hogy T_{20} tranzisztor vezessen, és 4...5 mA áram folyjon keresztül rajta. Ilyen körülmények között T_{21} tranzisztor elzárja az áram útját, úgyhogy a Re_{20} relé nem kap áramot. Sugárzás esetén e sugárzás erősségének megfelelő nagyságú feszültség jelenik meg a C_{21} kondenzátoron, hozzáadódik a referenciafeszültséghez, megváltozik T_{20} tranzisztor bázispotenciálja, aminek következtében lecsökken az ezen a tranzisztoron keresztülfolyó áram. Amikor bizonyos értéket elér a sugárzás erőssége, T_{20} tranzisztor árama annyira lecsökken, hogy a T_{21} tranzisztor veszi át a vezetést, a T_{20} tranzisztor pedig lezár. Ekkor meghúz, és ezáltal bekapcsolja a végrehajtó-áramkört a Re_{20} relé. Az utóbbi áramkör felgyújtja a robot sisakján levő vörös lámpát (a 12. ábrán L_3), felemeli, majd leereszti (az M_3 motor révén) a robot jobb kezét, és megszólaltatja az SZ szirénát. Maga a sziréna a búgó hangú telefonkészülékekben használatos duda lehet, de 24 V-osnak kell lennie. A végrehajtó-áramkörben levő Re_{12} relé PC–6 típusú. A robot kezének emelkedését és süllyedését a VK_1 és VK_2 végkapcsoló korlátozza. A robot csak akkor engedi le a kezét, amikor már megszűnt a sugárzásra figyelmeztető jel.

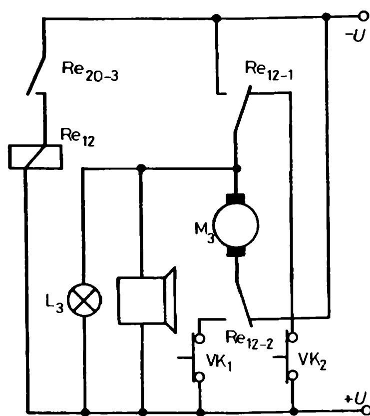
A rádióhullámokat észlelő egység három részből áll: egy rádióvevőből (13. ábra), egy végrehajtó-áramkörből (14. ábra) és a lejátszó magnóból (15. ábra).

A rádiójelek a rádióvevő bemenetére (antennájára) jutnak, majd keresztülhaladnak a T_{12} és T_{13} tranzisztorokkal ellátott kétfokozatú, széles sávú erősítőn. Az átviteli sáv alsó határát a C_8 és C_{10} kondenzátorok kapacitása, felső határát pedig a szerelési kapacitás és a C_9 és C_{11} kondenzátorok együttes kapacitása közötti arány szabja meg. A felerősített



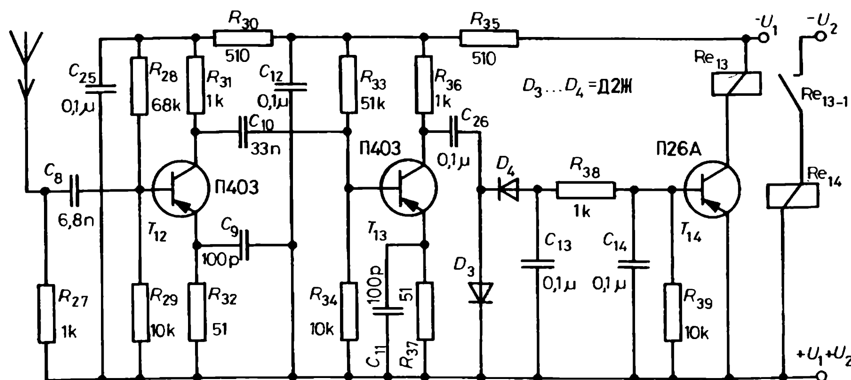
12. ábra

A sugárzásfelderítő egység végrehajtó szervének elvi kapcsolási rajza



14. ábra

A rádióhullámokat észlelő egység végrehajtószervének elvi kapcsolási rajza

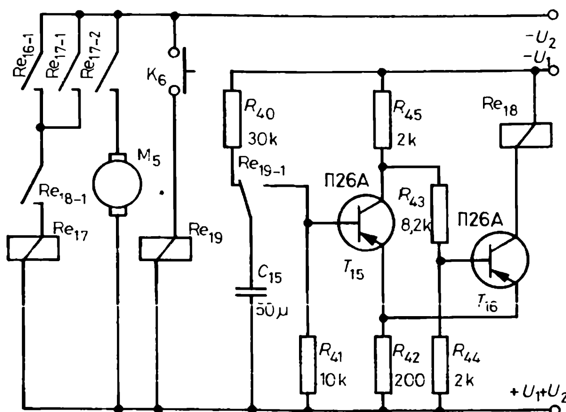


13. ábra

A rádióhullámokat észlelő egység rádióvevőjének elvi kapcsolási rajza

nagyfrekvenciás jel továbbhalad, és bejut a D_3 és D_4 diódákból feszültségkétszerező kapcsolásban megépített detektorba. Az egyenirányított feszültség az $R_{38}C_{14}$ szűrőn keresztül kivezérli T_{14} bázisát, és ezáltal működésbe hozza a Re_{13} relét. A Re_{13-1} érintkező zárja Re_{14} meghúzóáramkörét.

A Re_{14-3} érintkező bekapcsolja az egység végrehajtó-áramkörének Re_{15} reléjét. Ezáltal a Re_{15-1}, Re_{15-2} érintkezők bekapcsolják a kéz



15. ábra

A rádióhullámokat észlelő egység mágneses hangvisszaadó szervének elvi kapcsolási rajza

felemelkedését vezérlő M_4 motort és a „Figyelem! Rádióhullámok!” feliratú táblát megvilágító L_2 lámpát. Ezzel egyidejűleg a Re_{16} relé is meghúz, és Re_{16-1} érintkezőivel feszültséget juttat a visszajátszó részbe, hogy meghúzzon az utóbbi Re_{17} reléje (a Re_{18} relé gerjesztett állapotban van, tehát zárnak a Re_{18-1} érintkezői). Érintkezői révén a Re_{17} relé tartóáramot kap, forogni kezd a magnószalag-továbbító mechanizmus M_5 motorja, és visszajátssza a végtelenített magnószalagra felvett szöveget. A szöveg kezdetének megfelelő ragasztási hely mellé egy kis darab alumínium fóliát is ragasztani kell a szalagra, ez fogja zárni a Re_{19} relé meghúzókörét (a K_6 érintkezővel), amikor nem forog a motor. A relé Re_{19-1} érintkezői az R_{41} ellenálláson keresztül lesöntölik a C_{15} kondenzátort, amely a T_{15}, T_{16} tranzisztorokkal ellátott indítóáramkör működését vezérli.

A kiindulási állapotban (amíg nincs jel) a T_{15} tranzisztor lezár, a T_{16} tranzisztor nyit, tehát a Re_{18} relé meghúz. Az M_5 motor bekapcsolásakor megindul a szalag, a fólia megszakítja a K_6 érintkezőt, a Re_{19} relé elenged. A Re_{19-1} érintkező összekapcsolja a C_{15} kondenzátort az R_{40} ellenállással, és ezáltal feltölti az áramforrás feszültségére.

A szalagon levő felvétel visszajátszása után a fólia újra zárja a K_6 érintkezőt, a Re_{19} relé újra meghúz. A tápforrás feszültségére feltöltött C_{15} kondenzátort az R_{41} ellenállás kisüti, és az ily módon keletkező feszültségesés feszültségimpulzus alakjában a T_{15} tranzisztor bázisára jut. A T_{15} tranzisztor egy pillanatra nyit, a T_{16} tranzisztor pedig zár. Re_{18-1} érintkezőivel a Re_{18} relé megszakítja a Re_{17} relé gerjesztését.

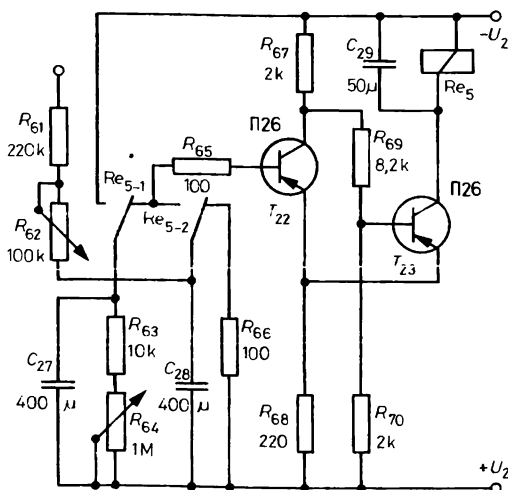
Ha a magnószalag visszajátszása közben megszűnik a nagyfrekvenciás tér, a Re_{17} relé továbbra is elenged. Ha viszont nem szűnik meg a rádiófrekvenciás tér, a Re_{17} relé újra meghúz, hiszen a Re_{16} relé érintkezői zárnak. Ily módon a magnószalag visszajátszása mindaddig folytatódik, amíg meg nem szűnik a nagyfrekvenciás tér.

A magnószalag-továbbító szerkezetének 19 vagy 9,5 cm/s sebességgel kell mozgatnia a szalagot, hogy közönséges magnóval lehessen elkészíteni a felvételt. A visszajátszáshoz általában a hordozható magnókban használatos fejet és visszajátszó erősítőt lehet felhasználni. Ezért nem is közöljük itt a visszajátszó erősítő kapcsolási rajzát.

A **feltételes reflexet kifejlesztő egység** (16. ábra) a T_{22}, T_{23} tranzisztorokat tartalmazza (triggerkapcsolásban). Amíg nincsenek jelek, a T_{22} tranzisztor nem vezet, a T_{23} tranzisztor pedig vezet, úgyhogy az utóbbi kollektorkörében levő Re_5 relé meghúz, és Re_{5-1}, Re_{5-2} érintkezői a bal oldali helyzetbe kerülnek. Ha két inger jelei egyidejűleg hatnak, az egység bemenetére – amint már említettük – negatív feszültség kerül, C_{28} kondenzátor fokozatosan feltöltődik. Ha az egybeesések között hosszú idő telik el, az R_{61}–R_{62} levezető-áramkörön keresztül kisülhet a C_{27} kondenzátor. Ha azonban elég gyakran következik be a jelek egybeesése, a C_{28} kondenzátor végül is feltöltődik a trigger működtetésének megfelelő feszültségre. Ennek következtében a Re_5 relé elveszti a meghúzóáramát, és a Re_{5-1} érintkezőn keresztül összeköti a T_{22} tranzisztor bázisát a 20 V feszültségre feltöltött C_{27} kondenzátorral. A fokozat mindaddig ebben az állapotban marad, amíg az R_{63} és R_{64} ellenállásokon keresztül ki nem sül a C_{27} kondenzátor.

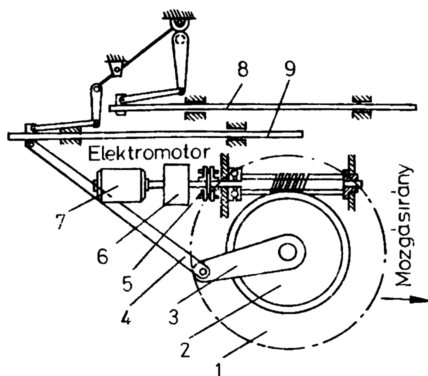
Az oktatás időtartamát (C_{28} kondenzátor feltöltődésének idejét) és a kialakított feltételes reflex megmaradásának idejét (C_{27} kondenzátor kisülésének idejét) az R_{62}, R_{64} potenciométerekkel lehet szabályozni.

Szerkezeti felépítés. Mindegyik egység huzalozása 150×100 mm nagyságú nyomtatott áramkörökből épül fel. A funkcionális részt egy 250×120 mm méretű áramköri lapra kell felszerelni. Az M_1 és M_2 elektromotorok MУ–100 típusúak, de más típus is megfelelhet. Az M_1 motor tengelyére olyan fogaskerék-áttételt szerelünk, amely 70:1 arányban csökkenti a fordulatszámot. Az M_2 motor 1:100 arányú áttétellel működik. A robot két lábának mozgatószerkezete a 17. ábrán látható. A kéz emelő mechanizmusát a 18. ábra mutatja. Az M_3 és az M_4 motornak 1:125 áttétele van. A visszajátszó egység szalagtovábbító mechanizmusában egy 4ДКС–8 típusú motorra van szükség. A robot egységeit és szerkezeti részeit tápláló, akkumulátorok 24 V-ot szolgáltatnak (16 cella). Az elektronikus áramkörök táplálására 12 V-ot kell levenni az akkumulátortelepről.



16. ábra

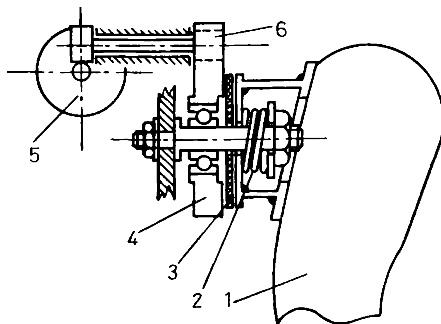
A feltételes reflexet kifejlesztő egység elvi kapcsolási rajza



17. ábra

A robot lábát mozgató szerkezet

1 gumibevonatú kerék; 2 csigakerék; 3 forgattyú; 4 hajtórúd; 5 tengelykapcsoló; 6 fordulatszám-csökkentő áttétel; 7 elektromotor; 8 a bal láb mozgását utánzó szerkezet; 9 a bal láb imitátora



18. ábra

A robot kezét mozgató szerkezet

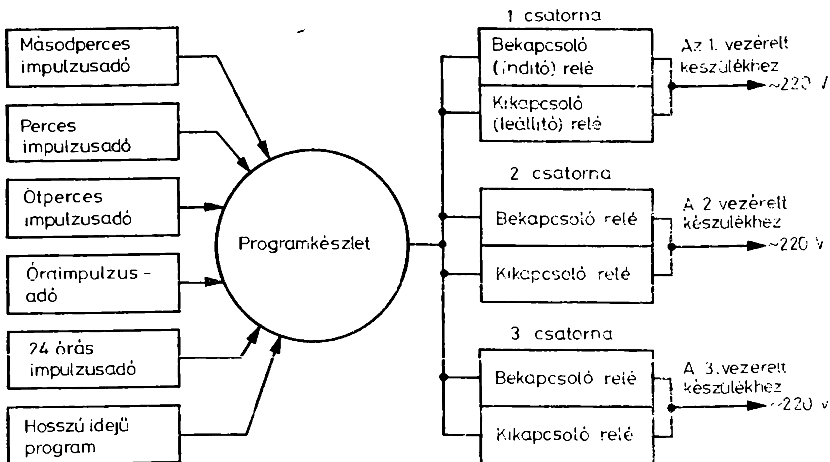
1 a robot keze; 2 rugó; 3 fibertárcsa; 4 nagy fogaskerék; 5 elektromotor; 6 kis fogaskerék

Órarobot

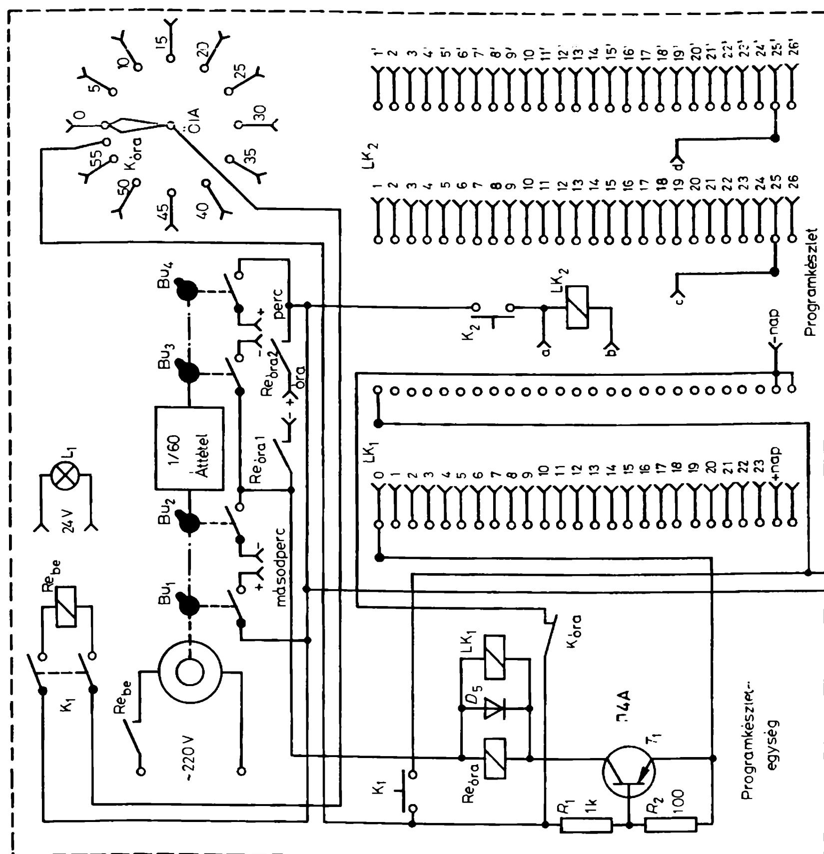
Nehéz eldönteni, valóban robotnak nevezhetjük-e készülékünket, hiszen még nem nagyon tudjuk elképzelni, milyenek is lesznek valójában az ember gépesített barátai és segítőtársai. Annyi biztos, hogy a mi automatánk már most is hibátlanul végrehajtja a rábízott feladatokat (idejében felébreszti gazdáját, elkészíti a reggelit, válaszol a telefonhívásra, magnófelvételt készít hangversenyekről, segít előhívni és másolni fényképfelvételeinket, felsorolja napi teendőinket). Mindezzel még távolról sem merítettük ki a készülék „specialitásait”. Nevezzük hát egyszerűen programvezérlő órának ezt a készüléket.

Az áramkörök működése. A program összeállításában több időmérő – másodperces, perces, ötperces, órás, huszonnégy órás – adó vesz részt (19. ábra). Ezek az adók egy-egy relére továbbítják jeleiket. Az automata három csatornájának mindegyike két relét tartalmaz (Re_{be}, Re_{ki} : az egyik relé bekapcsol, a másik pedig kikapcsol valamilyen készüléket.

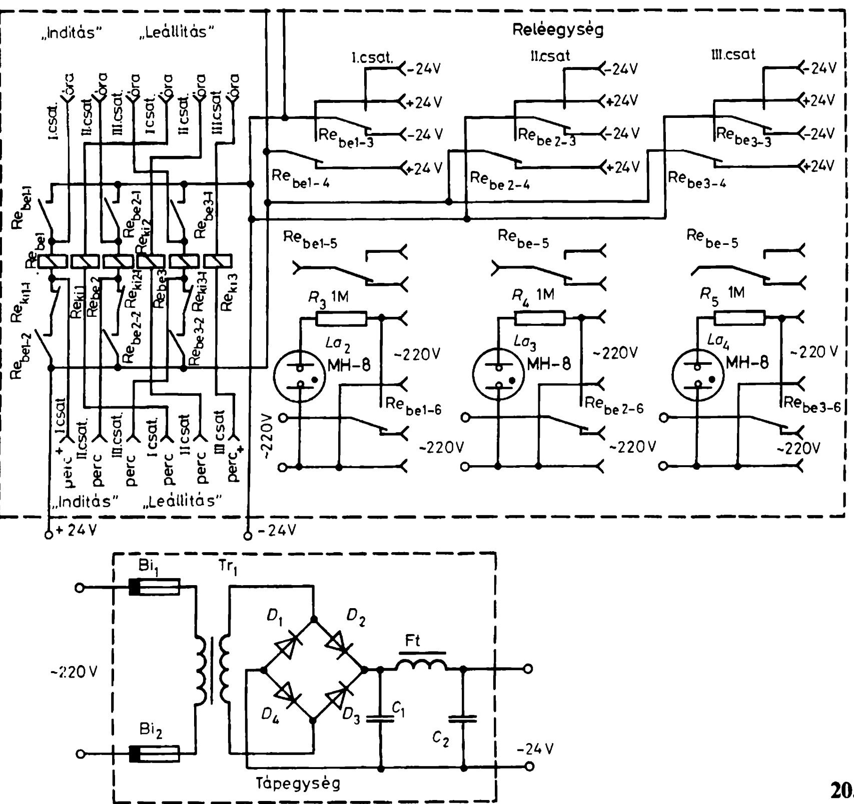
A programvezérlő óra elkészítéséhez szükséges relék a következők: két léptetős választógép (25 Ω-os tekerccsel), három, PKMП vagy PC–13 típusú, két érintkezőcsoporttal ellátott relé (egy-egy érintkezőcsoportban öt érintkezőrugóval), három PCM–2 vagy PCM–3 típusú



19. ábra
A készülék blokkdiagramja



Programkészlet
Programkészlet-egység
1/60 Áttétel
~220 V
24 V
másodperc
perc
óra
-nap
+nap
ÓIA
74A
1k
100



20. ábra
A programvezérlő óra elvi kapcsolási rajza

relé és két PCM-1 típusú. Ezen kívül kell egy П4А vagy П4Б tranzisztor, két nyomógombos kapcsoló, összesen 150 csatlakozóhüvely és egy Д226 típusú dióda.

Hogyan állítjuk össze a programot? Tegyük fel, hogy néhány másodpercig vagy néhány percig tartó programról van szó. A K billenőkapcsolóval bekapcsoljuk az FM főmotort (20. ábra), továbbá a másodperces és a perces impulzusokat szolgáltató adókat. Ekkor 24 V egyenfeszültség kerül a Re_{be} relé tekercsére, és érintkezői zárják a 60/min fordulatszámú motor tápláását. A $Bü_1$ és $Bü_2$ bütykök percenként hatvanszor zárják és nyitják áramkörüket, és a „másodperc" kapcsokon másodpercenként egy impulzust kapunk. A készülékben alkalmazott lassítóáttétel 1/60. Következésképpen a $Bü_3$ és $Bü_4$ bütykök percenként egyszer zárják az áramkört. A „másodperc" és a „perc" feliratú kapcsokról levett impulzusokat az LK_2 léptetős keresőgép tekercsére (az a, b kivezetésekre) vezetjük. A c, d mozgóérintkezők 24 V feszültséget kapnak. A szükséges pillanatnak megfelelő (1–25) szorítók hajlékony huzalokkal a kijelölt csatorna indító-, ill. megállítókapcsaihoz csatlakoznak.

Az ötperces és az órás impulzusokat szolgáltató adó egy óraszerkezet. A számlap előtt forgó mutató sorra zárja az ötperces érintkezőket, vagyis 24 V feszültséget kapcsol rájuk.

Az LK_1 léptetős keresőgépet az ÖIA ötperces impulzusadó működteti. A K_1 nyomógombos kapcsolóval lehet a 0 óra kezdeti helyzetbe állítani az LK_1 keresőgép mozgóérintkezőit. Ebben a beállításban az impulzusadó mutatójának a nullán kell állnia. Amikor ez a mutató zárja a $K_{óra}$ kontaktust, a T_1 tranzisztor bázisán negatív feszültségimpulzus jelenik meg, és nyitja a tranzisztort. A léptetős keresőgép tekercsén áram folyik át, mozgóérintkezői átlépnek a következő érintkezőpárra, és egy órára feszültséget kapcsolnak rá. Ezzel egyidejűleg meghúz az óraimpulzusok $Re_{óra}$ reléje. Az „óra" érintkezőjén feszültség jelenik meg. A következő pillanatban már az új helyzetben van az impulzusadó mutatója. A $Re_{óra}$ relé tekercse nem kap gerjesztést, érintkezői szakítanak, úgyhogy eltűnik a feszültség az érintkezőkről. Egy óra elmúltával azonban újra van feszültség, és minden kezdődik elölről. 24 lépés megtétele után – ami egy kerek napnak felel meg – az LK_1 léptetős keresőgép mozgóérintkezői feszültséget vezetnek a „nap" érintkezőire. A K_{LK-1} bontóérintkezőn keresztül negatív feszültséget kap T_1 tranzisztor bázisa, áram indul meg LK_1 tekercsében, és a mozgóérintkezők átlépnek a következő helyzetbe, a 0 érintkezőkre.

Képzeljük el, hogy 18 óra 40 perckor be, 19 óra 00 perckor pedig ki kell kapcsolnunk a második csatornát. A következőképpen járunk el.

A készülék előlapján összekötjük a 18 LK_1 és a 40 ÖIA hüvelyt a II. csatorna indítóhüvelyével, a 19 LK_1 és a 0 ÖIA hüvelyt a II. csatorna leállító- (STOP) hüvellyel.

Egy óra hosszat pozitív potenciálon marad a 18 LK_1 hüvely, és ez a potenciál a Re_{be2} relé tekercsének kezdetére kerül. A relé mindaddig nem húz meg, amíg az ötperces impulzusadó mutatója nem zárja a 40 percnek megfelelő érintkezőt. Abban a pillanatban, amikor ez bekövetkezik, a 40. hüvelyre, tehát a Re_{be2} relétekercs végére is negatív feszültség kerül. Tartóáramköre folytán a Re_{be1} relé 19.00-ig feszültség alatt marad. Ekkor meghúz a Re_{ki2} relé, érintkezői megszakítják a Re_2 relé táplálását, vagyis kikapcsolják a csatornát. Már elmondtuk, hogy az LK_2 léptetős keresőgép másodperces és perces impulzusokat állít elő. Ezenkívül azonban másra is alkalmas. Ha az LK_1 keresőgéppel és az időadókkal együtt használjuk fel, sokkal hosszabb (esetleg 25 napig tartó) programot is összeállíthatunk a robot részére.

Az LK^2 léptetős keresőgép tekercsét valamelyik impulzusadó, a másodperces, a perces, az ötperces, az órás vagy a 24 órás impulzusok adója táplálja. A léptetős keresőgép (LK_2 minden egyes tárcsán 25 érintkezőt tartalmaz, és a 0-tól 25 másodpercig, percig, óráig vagy napig tartó időintervallumban képes bekapcsolni vagy kikapcsolni a szükséges csatornát. Más típusú léptetős keresőgép felhasználásával sokkal hosszabb (50 nap) is lehet ez az időintervallum.

Tételezzük fel, hogy az első csatornát 15 nap, 10 óra és 25 perc múlva be, 18 nap, 16 óra és 45 perc múlva pedig ki kell kapcsolnunk. Mindenek előtt visszaállítjuk kiindulási helyzetbe a K_2 nyomógombbal az LK_2 keresőgép mozgóérintkezőit. Ezután összekötjük LK_2 tekercsének (a és b) kapcsait az egynapos impulzusok LK_1 adójának 24 kapcsaival. Az első csatorna indítókapcsát (a kapcsolási rajz szerint az alsót) az LK_2 léptetős keresőgép mozgóérintkezőjéhez csatlakoztatjuk, és e keresőgép 15 kapcsára vezetjük az LK_1 léptető keresőgép 10 kapcsáról levehető jeleket. A felső indítókapcsot az ötperces impulzusok adójának 25 kapcsával kell összekötni.

Az áramkörök kikapcsolásához kössük össze az első csatorna alsó „Leállítás" kapcsát az LK_2 keresőgép d érintkezőjével, a 18′ kapcsot pedig LK_1 16 kapcsával. A másik „Leállítás" kapcsot az ötperces impulzusok adójának 45 hüvelyével kötjük össze.

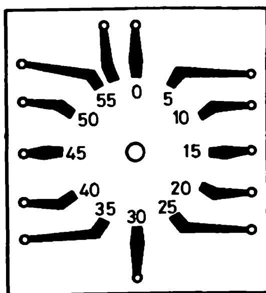
Alkatrészek, szerkezeti felépítés, huzalozás. A készülék szerelőlapját a legcélszerűbb 20 × 20 mm méretű, alumínium L idomokra helyezni. Ezen rögzítjük a léptetős keresőgépeket és az ötperces impulzusok adóját.

Az óraszerkezetes ötperces adó érintkezőtárcsáját a következőképpen készítjük el. Tussal átmásoljuk a rajzot (21. ábra) egy fóliabevonatos pertinaxlapra, majd a befeketített részeket vonjuk be vékony rétegben Technokol ragasztóanyaggal. Miután megszáradt, vasklorid-oldattal kimaratjuk a fóliát. Acetonnal letöröljük a lapot, és 2 mm átmérőjű lyukakat fúrunk azokon a helyeken, ahol huzalokat kell beforrasztanunk. A kész alkatrészt csavarokkal úgy rögzítjük az óraszerkezeten, hogy a percmutató tengelye a középső lyukba kerüljön. A percmutatóból csak egy kis (1 mm-es) darabot hagyunk meg a tengely mellett, majd hozzáforrasztjuk a relé érintkezőlemezét, és ezzel el is készült a csúszóérintkező. Olyan kör mentén kell mozognia, amely kersztülhalad a nyomtatott áramköri lap lamelláin, de a nyomásának nem szabad túlterhelnie az óraszerkezetet. A csúszóérintkezőhöz az óraszerkezet burkolatán keresztül csatlakoztatjuk a feszültséget.

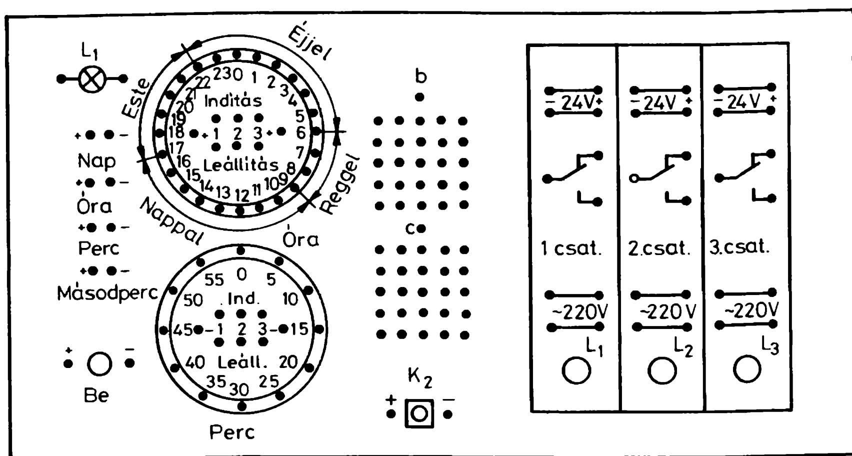
A kapcsolómező elkészítéséhez két 200 × 400 mm méretű pertinaxlemezre, egy lap dipára és egy ugyanilyen méretű, 4 mm vastagságú plexilapra van szükségünk.

Először egy 200 × 400 mm méretű milliméterpapírt szerzünk, és megjelöljük rajta az érintkezőhüvelyek helyét. Ezután összefogjuk a pertinaxlemezt, a plexilemezt, a dipát és a bejelölt diagrampapírt, és a szélek mentén hat M3-as csavarral rögzítjük őket. A plexit erősen hozzászorítjuk a pertinaxlemezhez, és kifúrjuk a 4 mm-es lyukakat (ha rés marad a plexi és a pertinax között, nagyon sorjás lesz a furatok széle). A kész lyukakat ismét átfúrjuk.

Színes festékekkel és tussal rajzoljuk meg a kartonlapon a 22. ábrát! Most már beszerelhetjük a csatlakozóhüvelyeket, amelyek készen is kaphatók az üzletekben, de magunk is kiesztergálhatjuk őket sárgarézből, és lombfűrésszel vághatjuk ki a hornyot a tengelyük mentén. A kapcsolómezőt hozzáerősítjük a felhajtható fedélhez, az alkatrészeket és



21. ábra
A programvezérlő óra ötperces impulzusadója



22. ábra

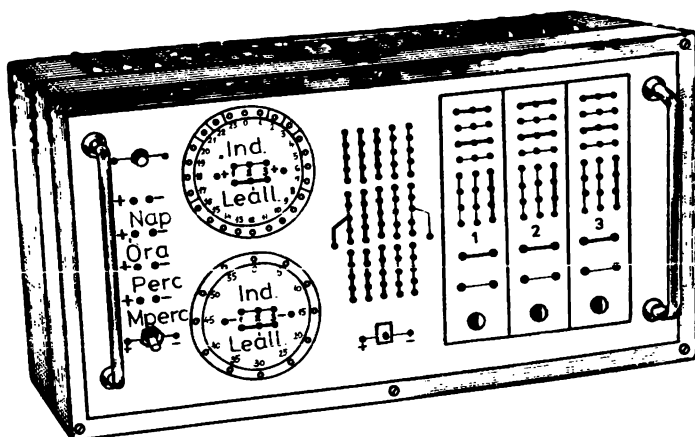
A programvezérlő óra skálalapja

szerelvényeket pedig behelyezzük a készülékházba. A huzalozáshoz 0,35 mm-es hajlékony, sokerű összesodort huzalt használjunk. Mindenek előtt berajzoljuk 1 : 1 léptékben az alkatrészek helyét, és színes ceruzákkal kihúzzuk a huzalozás nyomvonalait. Amikor elkészültünk a rajzzal, nekiláthatunk az alkatrészek forrasztásának.

A szerelés befejeztével behelyezzük a szerelőlapot a készülékházba, és a kapcsolómezőt a ház fedeléhez erősítjük. A beállítások után kössük össze egy kötegbe a huzalokat, és úgy rendezzük el, hogy szabadon nyitható legyen a fedél (23. ábra)!

A készülék beállítása. Ha minden relé, és keresőgép hibátlan, a helyesen összeszerelt készülék azonnal üzemképes. A huzalozás befejezése után ellenőrizzük az egyes részeket! Kezdjük az LK_1 léptetős keresőgéppel. A K_1 nyomógombos kapcsoló lenyomásakor a keresőgép keféinek mindig eggyel tovább kell lépniük a 23-as érintkezőről, viszont két gyors „lépést" kell tenniük, vagyis nullára kell állítaniuk a keresőt. Ha eleget tesznek e követelménynek, ez azt jelenti, hogy a keresőgép visszaállító-áramköreit jól szereltük össze.

Most különböző polaritásokkal rövid ideig tartó feszültséget kapcsolunk az indítóhüvelyre, és ellenőrizzük a Re_{be} bekapcsolórelék működését. A feszültség hatására mindegyik relének meg kell húznia, és ebben a meghúzott állapotban kell maradnia. Ezután a három csatorna leállító-



23. ábra
A programvezérlő óra külseje

hüvelyeire vezetjük a feszültséget, és a Re_{be} relének most el kell engednie. Az időadókat az L_1 ellenőrzőlámpával ellenőrizzük.

A hosszú idejű program egységét a K_2 nyomógombbal állítjuk be. Evégett előzetesen össze kell kötni a nyomógomb „–" csatlakozóhüvelyét az áramforrás negatív sarkával. Miután már mindegyik egységet ellenőriztük, az ötperces impulzusadó csúszóérintkezőjét egy pontosan járó óra percmutatója alapján beállítjuk a megfelelő helyzetbe, az LK_1 keresőgép keféit pedig (a K_1 nyomógombbal) az óra kismutatójára állítjuk. Ezzel üzemkész állapotba került a készülék.

A készülék tökéletesítése. Mindenki a maga ízlése szerint módosíthatja a programozó órát. Próbáljuk meg megnövelni a csatornák számát, hogy ne csak három, hanem több végrehajtó egységet is csatlakoztathassunk hozzá. Az iskolai szakkörökben összeállított készülékekhez az iskola elektromos órájának a mechanizmusát használjuk fel. A ДП–10 típusú zárónyelves vagy távolsági átkapcsolóval ellátott relék alkalmazása leegyszerűsíti a végrehajtó egységek áramköreit, mert feleslegessé teszi a Re_{be1-1}, Re_{be2-1}, Re_{be3-1} érintkezőket. Ha az egyenirányító kimeneti kapcsaival párhuzamosan egy akkumulátort kapcsolunk, a hálózati feszültség kiesésekor is pontos marad az óra járása.

2. Az ember alkotta agy

Matematikus gépek

„Az atomkorszakban élünk” – mondják sokan. Mások inkább az űrkutatással hozzák kapcsolatba korunkat. Mi azokhoz csatlakozunk, akik szerint az elektronikus számítógépek korszakát éljük.

A számítógépek gyorsan és könnyedén megbirkóznak a legbonyolultabb matematikai feladatokkal, amelyeknek megoldása az embernek évtizedekbe, ezenkívül szerszámgépeket, automatasorokat és egész gyárakat irányítanak, szövegeket fordítanak, előre jelzik az időjárást, követik a hajók és a repülőgépek mozgását, kiszámítják az űrhajók pályáját. Informálnak, tanácsokat adnak, figyelmeztetnek a veszélyekre, oktatnak...

A gyors működésű számítógépek megalkotása új, kimeríthetetlen lehetőségeket tárt fel a kutatók előtt, olyan lehetőségeket, amelyekről régebben nem is álmodhattak a tudósok és a mérnökök. Ezrével lehetne felhozni a példákat, milyen forradalmat idéztek elő megjelenésükkel ezek a gépek a tudomány, a termelés különböző területein.

Egy negyed évszázada foglalkoznak a kutatók és a mérnökök a gyors működésű számítógépek szerkesztésével és tökéletesítésével. Azt lehetne gondolni, hogy ez nem is olyan hosszú idő. De milyen nagy utat sikerült megtenni közben! Az első nehézkes, sok ezer elektromágneses relét és elektroncsövet tartalmazó, sok tonna súlyú, de másodpercenként alig néhány matematikai művelet elvégzésére alkalmas óriásoktól vezetett el ez az út a mai, mikromodulokból és integrált áramkörökből felépített, másodpercenként sok millió műveletet elvégző elegáns készülékekhez.

Ez alatt az idő alatt azonban a gyors működésű digitális számítógépek működési elve általában véve szinte egyáltalán nem változott meg. A legbonyolultabb feladatok megoldása is elemi logikai műveletekre bontható, és ezek a gépek, akárcsak huszonöt évvel ezelőtt, ma is ilyen elemi logikai műveleteket hajtanak végre az egyiket a másik után. A legtöbb gép ma is, mint kezdetben, bináris számolóáramköröket tartalmaz. és a kettes számrendszerben végzi el a számításokat.

Bináris aritmetika

Mindennapi életünkben megszoktuk, hogy a tízes számrendszerben számoljunk. Ebben a rendszerben minden számot a tízes számrendszer 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 számjegyeivel írunk fel.

Számrendszerünkben minden egyes helyérték (jobbról balra haladva) az előzőnek a tízszeresével egyenlő. A sokjegyű számokat 10 különböző hatványaiból állítjuk össze. Például az 1969 a következőképp alakul:

$$1969 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0.$$

A tízes számrendszeren kívül más számrendszerek is vannak, olyanok, amelyekben az alap nem 10, hanem valamilyen más szám, például 12 (a 12-es számrendszerben), 8 (a 8-as számrendszerben), 3 (a hármas számrendszerben) vagy 2 (a kettes számrendszerben).

Egy adott számrendszerben felírt szám minden egyes számjegyének ábrázolásához olyan elemekre van szükség a digitális számítógépben, amelyek annyiféle állapotban lehetnek, ahány különböző számjegye van a kérdéses rendszernek. Ha a közönséges tízes számrendszerbeli számokról van szó, tíz stabil állapotú elemekre van szükség. Ez így is van a már régóta ismeretes legegyszerűbb digitális gépekben is. Például az orosz számológépekben (счемы) minden egyes huzalon tíz a golyók száma, a régi mechanikai számológépekben tíz lehetséges helyzet valamelyikében állapodhatnak meg a fogaskerekek.

A gyors működésű elektronikus számítógépekben alkalmazott elektromechanikai reléknek és elektronikus elemeknek két különböző stabil állapotuk lehet. Például a relé vagy meghúz vagy elenged, az elektroncső vagy vezet vagy nem vezet áramot, a kondenzátor vagy fel van töltve vagy ki van sütve, a mágneses mag vagy fel vagy le van mágnesezve. Ha ilyen elemekkel akarjuk ábrázolni a számokat a gépben, az alkalmazott számrendszernek is csak két különböző számjegye lehet, vagyis a kettes számrendszerre kell szorítkoznunk.

A kettes számrendszerben a szomszédos helyi értékek közötti arány nem tízszeres (mint a tízes számrendszerben), hanem csak kétszeres, úgyhogy a számok felírásához mindössze két számjegyre van szükségünk, nevezetesen az **1**-esre és a **0**-ra. Itt tehát a 2-es szám különböző hatványainak összegével írjuk fel a többjegyű számokat. (L. a táblázatot.)

A kettes számrendszerbeli **1010** szám például a tízes számrendszerben:

$$1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 10.$$

Tízes számrendszerbeli szám	Kettes számrendszerbeli szám	Tízes számrendszerbeli szám	Kettes számrendszerbeli szám
0	**0**	13	**1101**
1	**1**	14	**1110**
2	**10**	15	**1111**
3	**11**	16	**10000**
4	**100**	17	**10001**
5	**101**	18	**10010**
6	**110**	19	**10011**
7	**111**	20	**10100**
8	**1000**	21	**10101**
9	**1001**	22	**10110**
10	**1010**	23	**10111**
11	**1011**	24	**11000**
12	**1100**	25	**11001**

A tízes számrendszerbeli 1969-es szám a kettes számrendszerben:

11110110001.

A kettes számrendszer az első tekintetre annyira kellemetlennek látszik, hogy azt hihetnők, aligha alkalmas valamire. Ez azonban csak azért van így, mert nem vagyunk hozzászokva. Az igaz, hogy ebben a rendszerben nagyon hosszúak és egyhangúak a számok, viszont nagyon egyszerűen lehet velük számtani műveleteket végezni. Ezt már Gotfried Wilhelm Leibnitz is megfigyelte, ugyanis ő volt az első matematikus, aki behatóan foglalkozott a kettes számrendszerrel (egyes matematikusok egyébként már Leibnitz előtt is érdeklődtek e rendszer iránt, a történészek szerint pedig e rendszer felfedezője egy kínai császár, Fo Hi volt, aki 3400 évvel időszámításunk előtt élt). 1703-ban Leibnitz ezt írta: „Ha visszavezetjük a számokat a legegyszerűbb alapokra, mint amilyen **0** és **1**, mindenütt bámulatos rendre bukkanunk..." Különösen az tetszett nagyon Leibnitznek, hogy milyen egyszerű az összeadás és a szorzás ebben a rendszerben.

Az összeadótábla például mindössze négy sorból áll:

$$\mathbf{0+0=0} \qquad \mathbf{1+0=1}$$
$$\mathbf{0+1=1} \qquad \mathbf{1+1=10}$$

(ez a legutolsó eredmény itt azt jelenti, hogy átvittük az **1**-*et a következő helyértékhez).* E táblázat értelmében például 9 (**1001**) és 10 (**1010**) „oszlopos" összeadását a következőképpen végezzük el:

$$\begin{array}{r} \mathbf{1001}+ \\ \underline{\mathbf{1010}} \\ \mathbf{10011} \end{array}$$

Semmivel sem bonyolultabb a szorzás sem a kettes rendszerben. A kettes számrendszerbeli szorzótábla szintén négy sorból áll:

$$\begin{array}{c} \mathbf{0}\times\mathbf{0}=\mathbf{0} \\ \mathbf{0}\times\mathbf{1}=\mathbf{0} \\ \mathbf{1}\times\mathbf{0}=\mathbf{0} \\ \mathbf{1}\times\mathbf{1}=\mathbf{1} \end{array}$$

Két szám összeszorzása az összeadásra vezethető vissza:

$$\begin{array}{r} \underline{\mathbf{1001}\times\mathbf{1010}} \\ \mathbf{0000} \\ \mathbf{1001} \\ \mathbf{0000} \\ \underline{\mathbf{1001}} \\ \mathbf{1011010} \end{array}$$

A tízes számrendszerről a következő fogással lehet egyszerűen áttérni a kettes számrendszerre: felírjuk a tízes számrendszerbeli számot, elosztjuk 2-vel, az így kapott hányadost is osztjuk 2-vel, majd a következő hányadost is és így tovább, de ezeket a hányadosokat mindig lekerekítjük, hogy egész számokat kapjunk, és egymás alá írjuk őket; ha ez megvan, a páratlan eredmények mellé **1**-est, a páros eredmények mellé **0**-t írunk. A keresett (kettes számrendszerbeli) számot ezek az **1-esek és 0**-k alkotják, csak egymás mellé kell most már írnunk őket úgy, hogy a legalsót írjuk az első helyre.

Tegyük fel például, hogy a tízes számrendszerbeli 46-os számot kell felírnunk a kettes számrendszerben:

46	**0**	
23	**1**	
11	**1**	
5	**1**	
2	**0**	
1	**1**	Az eredmény: **101110.**

Ha viszont például ezt a kettes számrendszerbeli **101110** számot kellene tízes számrendszerben felírni, minden számjegyét megszorozzuk a helyi érték figyelembevételével 2 megfelelő hatványával, és az eredményeket összeadjuk:

$$1\cdot 2^5+0\cdot 2^4+1\cdot 2^3+1\cdot 2^2+1\cdot 2^1+0\cdot 2^0 = 46.$$

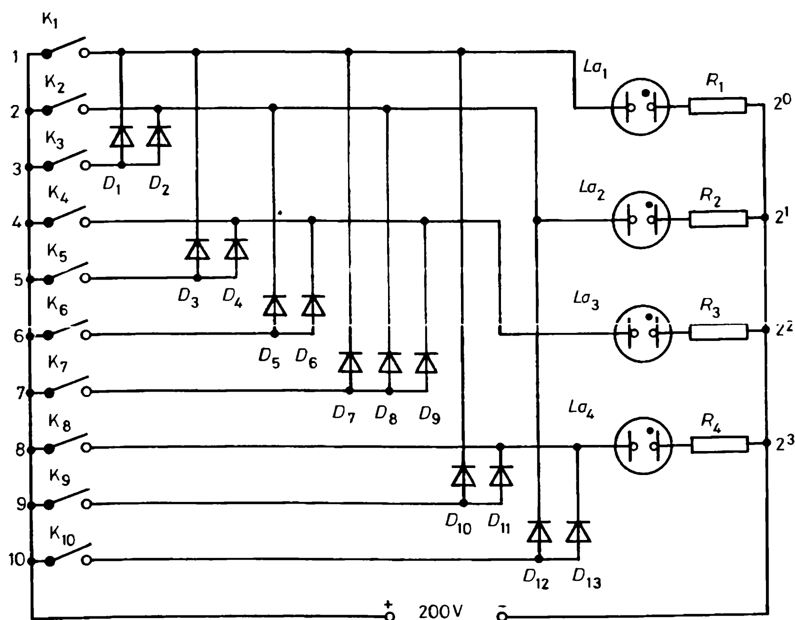
Kódolók és dekódolók

A gépbe betáplálandó adatokat át kell alakítani a tízes számrendszerből a kettes számrendszerbe, a gép által elvégzett számítások eredményét pedig vissza kell alakítani a kettes számrendszerből a tízes számrendszerbe. Erre a célra külön egységeket, ún. kódolókat és dekódolókat szokás alkalmazni a számítógépekben. A digitális számítógépek egyéb egységeihez hasonlóan ezek az egységek is bináris elemekből épülnek fel, és elektromágneses reléket vagy elektroncsöveket, félvezető diódákat, tranzisztorokat stb. tartalmaznak.

Itt most félvezető diódákból és ködfénylámpákból összeállított, egyszerű modellek alapján ismertetjük a kódolókat és a dekódolókat. A 24. ábrán egy ilyen kódoló, a 25. ábrán pedig egy ilyen dekódoló elvi kapcsolási rajza látható.

A decimális–bináris **kódoló** a következőképpen alakítja át a *tízes* számrendszerbeli számot *kettes* számrendszerbeli számmá. Amikor az 1–10 számokat ábrázoló K_1–K_{10} kapcsolók egyike bekapcsol, a La_1–La_4 ködfénylámpák közül csak azok kapnak feszültséget, amelyek a kérdéses decimális szám bináris alakjában előforduló **1**-nek felelnek meg, és felgyulladnak, míg a többi lámpa, amely nem ég, **0**-át jelent. Ezt a célt szolgálják az áramkörökben alkalmazott szétválasztó félvezető diódák. Például a K_1 kapcsoló zárásakor csak a La_1 ködfénylámpa gyullad fel annak jeléül, hogy az 1-es számnak **0001** felel meg. A K_2 kapcsoló zárásakor csak a La_2 lámpán keresztül kezd folyni áram. vagyis „a 2-es számnak **0010** felel meg”. A K_3 kapcsoló zárásakor a D_1, D_2 diódákon keresztül La_1 és La_2 ködfénylámpa kap feszültséget: „a 3-as számnak **0011** felel meg”. Hasonlóképpen működik a modell a többi kapcsoló működtetésekor is.

A bináris–decimális **dekódoló** kapcsolási rajzán a K_1–K_4 kapcsolók felső helyzetükben a bináris szám **0**-inak, alsó helyzetükben pedig a bináris szám **1**-eseinek felelnek meg. Amikor mindegyik kapcsoló a felső helyzetben van, a decimális 1–10 számokat ábrázoló La_1–La_{10} ködfény-



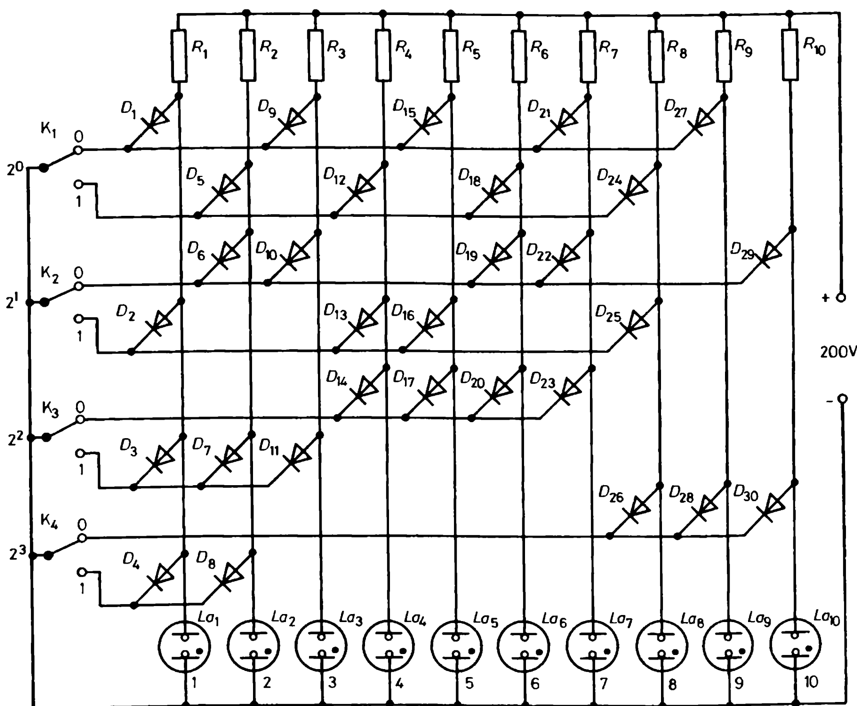
24. ábra
A kódoló elvi kapcsolási rajza

lámpákat a diódák lesöntölik úgy, hogy a feszültséget az ellenállások veszik fel. Például a La_1 ködfénylámpát a D_1 dióda, a La_2 ködfénylámpát a D_6 dióda söntöli stb. Ha a kapcsolók valamelyike az alsó helyzetbe kerül, vagyis a bináris **1** bevitelekor megszakad a lámpát söntölő áramkör, felgyullad a ködfénylámpa, és megvilágítja a megfelelő decimális számot. Ha például a K_1 kapcsoló vált át az alsó helyzetbe, az La_1 ködfénylámpa gyullad ki annak jeléül, hogy „a **0001** bináris számnak az 1 decimális szám felel meg".

Amikor a K_2 kapcsoló átbillen az alsó helyzetbe, felgyullad az La_2 ködfénylámpa, jelezve, hogy „a **0010** bináris számnak a 2 decimális szám felel meg". A K_1 és K_2 kapcsoló alsó helyzetében az La_3 ködfénylámpa gyullad fel, jelezve, hogy „a **0011** bináris számnak a 3 decimális szám felel meg." A modell működése a többi esetben hasonló.

Ezekben az áramkörökben Д7Г típusú diódákat és MH–3 vagy MH–5 típusú ködfénylámpákat lehet alkalmazni. Mindegyik lámpával sorba kell kapcsolni egy 80...100 kΩ-os ellenállást.

A modelleket egy hálózati feszültségre kapcsolt egyenirányító táplálja. Az áramköröket be lehet helyezni valamilyen készüléktokba, de a deszkamodell is megfelel.



25. ábra

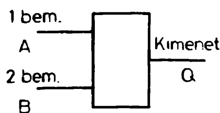
A dekódoló elvi kapcsolási rajza

VAGY, ÉS, NEM – a gépi logika alapelemei

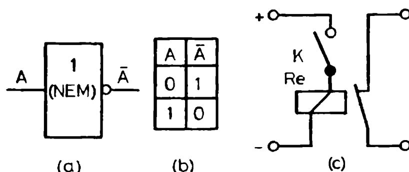
Már említettük, hogy a bonyolult feladatok megoldása egyszerű logikai műveletekre vezethető vissza; a digitális számítógépek is – nagy gyorsasággal – egymás után végzik el a sok egyszerű műveletet. Erre a célra ún. **logikai kapukból** felépített logikai áramkörök vannak a gépben.

Mindegyik logikai kapunak több bemenete és egy kimenete van. Amikor ez a kapu elvégez valamilyen logikai műveletet, kimenetre kerülő jel attól függ, hogy milyen jellegű jelek kerültek a bemenetekre. A logikai kapu rajzjele rendszerint egy téglalap, a bemenetek és a kimenetek pedig vonalak (26. ábra).

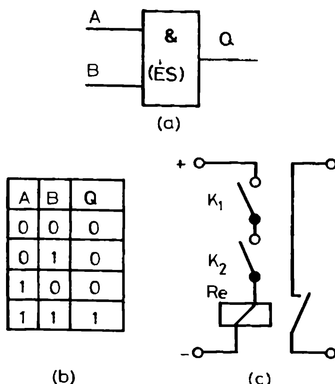
Milyen logikai kapuk vannak és mely logikai műveleteket lehet elvégeztetni velük?



26. ábra
A logikai elem rajzjele



27. ábra
A NEM logikai kapu



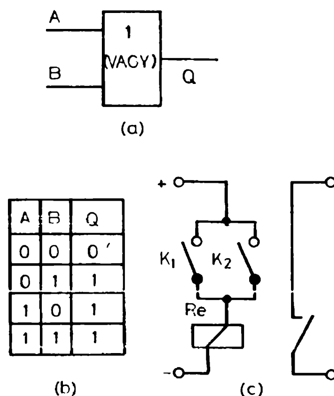
28. ábra
Az ÉS logikai kapu

A legegyszerűbb a logikai NEM kapu, amelynek csak egy bemenete és egy kimenete van. Logikai tagadásra, vagyis invertálásra (megfordításra) alkalmas: kimenetén csak akkor állít elő jelet, ha a bemenetén nincsen jel. A szimbolikus logikában az állítás, kijelentés jeleit a latin ábécé betűivel, a tagadást pedig a betű feletti vonással szokás jelölni. Ha például az A jel kerül a NEM kapu bemenetére, az invertálás logikai műveletének eredményeképpen a kimeneten A jelet kapunk (ejtsd: nem A vagy A vonás). A NEM kapu vázlatos rajza a 27.(a) ábrán látható. Mellette, a 27.(b) ábrán tálázatosan táblázatosan milyen állapotban lehet a bemenetre vezetett bináris jelek függvényében a kimeneten előállított jel. A 27.(c) ábrán azt is megrajzoltuk, hogyan valósítható meg a közönséges bontóérintkezős elektromágneses relével a NEM kapu. Ha a K kapcsoló bekapcsolásával **1** jelet – H szintet – vezetünk a bemenetre (bekapcsoljuk az áramot), a relé meghúz, nyitja a bontóérintkezőt, tehát **0** jelet – L szintet – kapunk a kimeneten (megszakad az áram).

A 28.(a) ábrán a logikai szorzás, vagyis a konjunkció műveletét végrehajtó ÉS logikai kapu látható. Ennek a logikai kapunak két bemenete van, és a kimeneten akkor és csakis akkor kapunk jelet, amikor egyidejűleg mind a két bemeneten, tehát az első bemeneten és a második bemeneten is megjelenik egy-egy jel. A konjunkció jele a szimbolikus logikában: $\wedge$. Ha például az ÉS logikai kapu bemeneteire A és B jel kerül, a logikai konjunkció eredményeképpen a Q kimeneten $A \wedge B$ jelet kapunk. A 28.(b) ábra az ÉS kapu állapotainak táblázatát (igazságtáblázatát), a 28.(c) ábra pedig az elektromágneses relével megvalósított ÉS kapu kapcsolási rajzát mutatja. A relé csak akkor húz meg, ha mind a két (K_1 és K_2) kapcsolót zárjuk, és ebben az esetben zár a relé záróérintkezője.

A VAGY kapu a logikai összeadás, a diszjunkció műveletét végzi el. Kimenetén akkor kapunk jelet, ha legalább az egyik bemenetre – akár az elsőre, akár a másodikra – jel kerül. A 29. ábrán ezt a műveletet érzékeltetjük: a relé akkor húz meg és zárja érintkezőjét, ha a K_1 és K_2 kapcsolók közül legalább az egyiket zárjuk. A diszjunkció jele: $\vee$.

Az ÉS, VAGY, NEM logikai kapukból, mint a téglákból – alegységekből – épülnek fel a digitális számítógépek logikai áramkörei. Nézzük meg például, hogyan állítható össze ezekből az elemekből az egyjegyű bináris összegező logikai kapcsolása. Bináris összegezőnek olyan automatát nevezünk, amely a kettes számrendszerben működik, és amely a számítógépekben egyjegyű számokat ad össze (ilyen egyjegyű összege-



A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

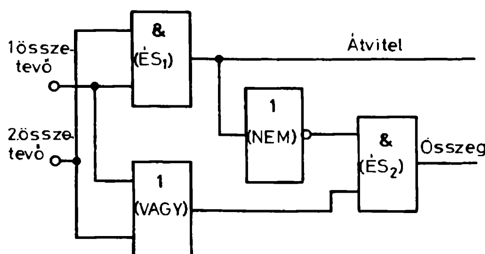
29. ábra
A VAGY logikai kapu

zőkből áll a digitális számítógépek aritmetikai egységének jelentős része).

Az egyjegyű bináris összegező – összeadó – a következő számtani műveletek elvégzésére szolgál:

0+0 = 00
0+1 = 01
1+0 = 01
1+1 = 10

E műveletek elvégzéséhez négy logikai kaput (két ÉS, egy VAGY és egy NEM kaput) kell a 30. ábra szerint összekapcsolni.



30. ábra

Az egyjegyű bináris összegező logikai kapcsolási rajza

Ha megvizsgáljuk ezt az ábrát, meggyőződhetünk arról, hogy a felrajzolt áramkör valóban elvégzi az előbbi táblázatban felírt összeadásokat. Ha mind a két összetevő **0** (vagyis amikor nincsenek jelek a bemeneteken), a logikai kapuk úgy hatnak egymásra, hogy az összegező kimenetén **0** lesz (nincs kimenő jel). Ha az összetevők egyike **1** (vagyis ha az egyik bemeneten megjelenik a jel), a logikai kapuk kölcsönhatásának eredményeképpen az összegező kimenetén megjelenik a **01** bináris szám (a két egyjegyű szám összege **1,** maradék nincs, vagyis nem kell átvinni semmit a következő helyi értékre). Ha az összegező bemeneteire kerülő összetevők mindegyike **1**, a kimeneten **10** jelenik meg (az utolsó számjegy helyén **0** az összeg, de át kell vinni **1**-et a következő helyi értékbe). Ily módon az egyjegyű bináris összegezővel elvégezhető műveletek a következő táblázatban foglalhatók össze:

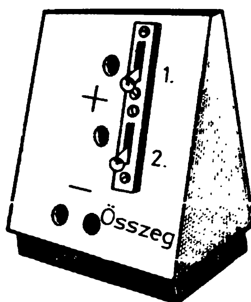
Művelet	Az első	A második	Összeg	Átvitel
	összetevő			
1	0	0	0	0
2	1	0	1	0
3	0	1	1	0
4	1	1	0	1

A relékkel és érintkezőkkel megvalósított egyjegyű bináris összegező modellje

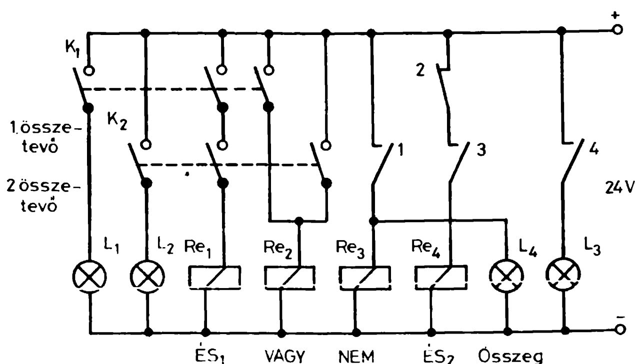
A modellt (31. ábra) elektromágneses relékből állíthatjuk össze, és kis izzólámpákat használhatunk a bemeneti és kimeneti bináris jelek indikálására. A modell elvi kapcsolási rajzát a 32. ábra mutatja. Itt a Re_1 és a Re_4 relé alkotja az $ÉS_1$, $ÉS_2$ logikai kapukat a Re_3 relé a VAGY kapu, a Re_c relé pedig egy NEM kapu szerepét tölti be. A K_1 és a K_2 kapcsolóval lehet jeleket vezetni a bemenetekre (a K_1 kapcsoló az első összetevő bemenetére, a K_2 kapcsoló a második összetevő bemenetére kapcsol 1-et). Az L_1, L_2 lámpák jelzik az összetevők bekapcsolását, L_3 az összeg indikátora, L_4 pedig az átvitelt jelzi.

A 32. ábrán kiindulási helyzetben látjuk az összegezőt, vagyis abban az állapotban, amely az előbbi táblázatban az első műveletnek felel meg: a relék mind gerjesztetlen állapotban vannak, a jelzőlámpák nem égnek, vagyis

$$0+0 = 00.$$



31. ábra
Az egyjegyű relés és érintkezős összegező külseje



32. ábra

Az egyjegyű relés és érintkezős összegező modelljének elvi kapcsolási rajza

Ha a K_1 kapcsoló bekapcsolásával betápláljuk az első összetevő **1**-esét (2. művelet), felgyullad az L_1 jelzőlámpa annak jeléül, hogy az első összetevő **1**-ese bekerült a gépbe. Ezzel egyidejűleg meghúz a Re_3 relé, és 3-as érintkezőivel zárja a Re_4 relé gerjesztőkörét. Ezután Re_4 relé is meghúz, és 4-es érintkezőivel bekapcsolja az L_3 összeglámpát:

$$\mathbf{1+0=01.}$$

Ha a második összetevő **1**-esét visszük be a gépbe, és evégett a K_2 kapcsolót kapcsoljuk be (3. művelet), az L_2 jelzőlámpa gyullad fel és a Re_3 relé húz meg, majd meghúz a Re_4 relé is, és bekapcsolja az összegjelző L_3 lámpát:

$$\mathbf{0+1=01.}$$

Végül abban az esetben, amikor az első és a második összetevő is **1**, mind a két kapcsolót (K_1 és K_2) bekapcsoljuk (4. művelet). Felgyullad a két összetevő bevitelét jelző L_1 és L_2 lámpa, meghúz a Re_1 és Re_2 relé. A Re_1 relé 1-es érintkezői feszültséget kapcsolnak Re_2 gerjesztőtekercsére és az L_4 lámpára. Az utóbbi lámpa is felgyullad, meghúz Re_2, és bontóérintkezőivel (2) megszakítja Re_4 meghúzótekercsének áramkörét. Ezért Re_4 nem húz meg, 4-es érintkezői nyitva maradnak, L_3 nem ég:

$$\mathbf{1+1=10.}$$

Alkatrészek és szerkezeti felépítés. A reléket és a jelzőlámpákat ugyanarra a tápfeszültségre kell méreteznünk, hiszen közös áramforrásból tápláljuk őket. Kis méretű, 24 V-os jelzőlámpákat és PC–13, PKH vagy PCM típusú reléket alkalmazhatunk, de más relék is megfelelnek.

A kapcsolók a telefóniában használatos típusúak. Hálózati váltakozóárammal táplálhatjuk a készüléket, és ehhez egy feszültségcsökkentő transzformátort és egy 24 V-ot szolgáltató egyenirányítót kell beépítenünk (a felvett áram a beépített jelzőlámpák és relék típusától függ).

A modell elemeit és szerelvényeit egy kis dobozban helyezhetjük el, a doboz elülső, ferde oldala egyúttal a készülék előlapja lehet. A helyesen összeszerelt és hibátlanul huzalozott modell gyakorlatilag semmilyen utólagos beállításokat nem igényel (l. a 31. ábrát).

Számokat (életkort) kitaláló kibernetikai automata: a Zodiákus

Egy egyszerű, de nagyon érdekes matematikai gépet mutattak be a rádióamatőr konstruktőrök XXVI. össz-szövetségi kiállításon a szverdlovszki terület Berjozovszkij városának fiatal kibernetikusai.

A fiatal konstruktőrök romantikusan Zodiákusnak nevezték el gépüket, és nagy érdeklődést keltettek vele a kiállításon.

A Zodiákus kitalálta, milyen számra gondoltak a látogatók. Az érdeklődőnek mindössze néhány egyszerű matematikai műveletet kellett elvégeznie fejben, és az eredményt (nyomógombok lenyomásával) be kellett táplálnia a gépbe, a gép pedig kitalálta a gondolt számot (például az érdeklődő életkorát), és két nagy piros szám megvilágításával közölte az illetővel.

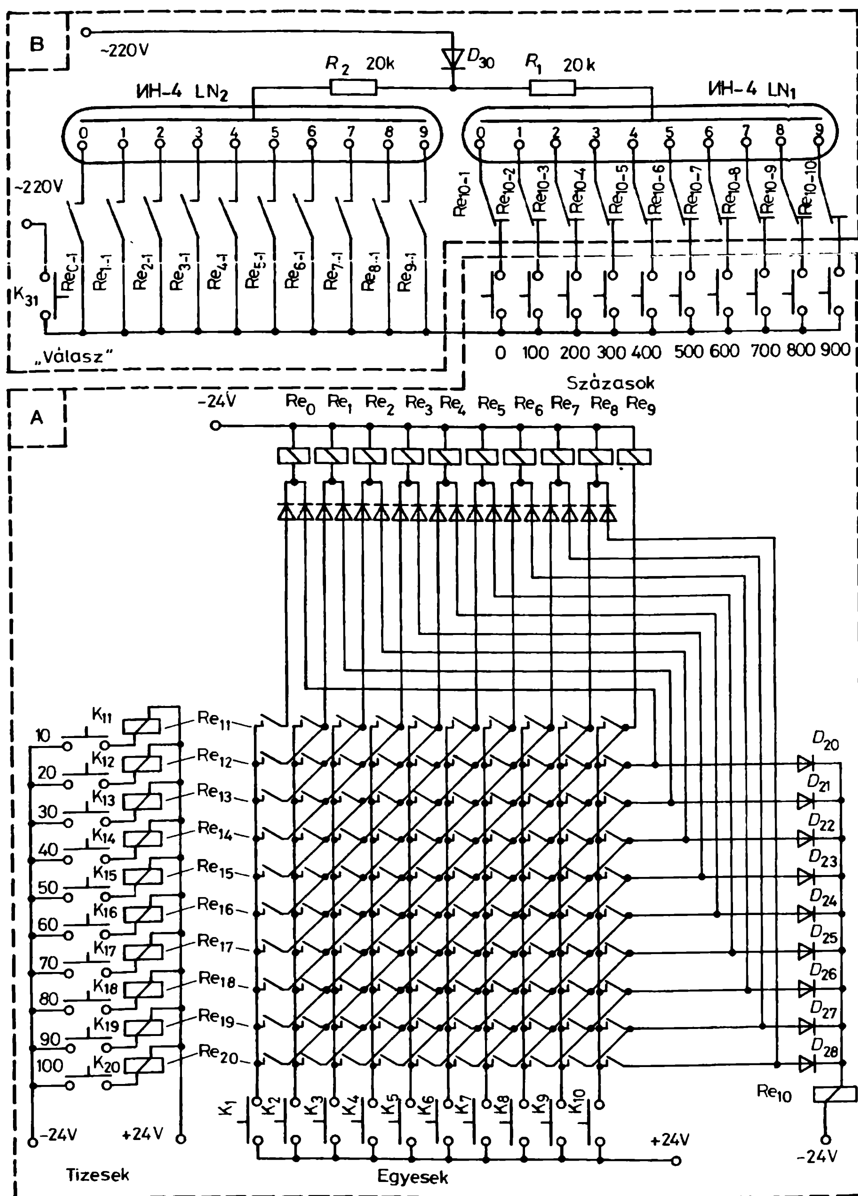
Valószínűleg Olvasóinkat is érdekelni fogja ez a matematikai gép, hogy elszórakoztassa vele társait.

A kétjegyű számokat kitaláló automata elvi kapcsolási rajzát a 33. ábra mutatja.

Lássuk, hogyan működik ez az automata. Hogy kitalálhassa a gondolt kétjegyű számot, néhány matematikai műveletet végeztet el a kérdezővel: hogy 10-zel szorozza meg, majd vonja ki belőle egy tetszés szerinti egyjegyű szám 9-szeresét, s a különbséget az előlapon levő nyomógombok lenyomásával közölje. Ha mindez megtörtént, be lehet kapcsolni a „Felelet" feliratú billenőkapcsolót, és az automata megadja a gondolt számot: két Nixie típusú kijelzőlámpán leolvasható a felelet.

De hát hogyan találhatja ki az automata a gondolt számot? Hiszen csak azt árultuk el neki, hogy az előbbiekben meghatározott számításokkal milyen számértékhez jutottunk el!

Az automata két részből áll: az A logikai egységből és a B kijelzőből. A logikai egységhez a $Re_1 - Re_{20}$ relék, a $K_1 - K_{30}$ nyomógombok és a $D_1 - D_{29}$ diódák tartoznak. Ezt a részt 24 V egyenfeszültség táplálja.



33. ábra

A gondolt számokat kitaláló automata elvi kapcsolási rajza

A kijelző foglalja magába a Nixie típusú–LN_1, LN_2 kijelzőcsöveket (számjelzőcsöveket), a D_{30} diódával működő és a kijelzőcsövek anódköri táplálására szolgáló hálózati egyenirányítót.

Az automata működését legkönnyebben egy konkrét példán követhetjük.

Képzeljük el, hogy a kérdező a 25-ös számra gondolt, megszorozta 10-zel ($25 \cdot 10 = 250$, és levonta belőle 4-nek a 9-szeresét, vagyis $4 \cdot 9 = 36$-ot (ez a 4-es volt a másik, tetszés szerinti egyjegyű szám). A kapott különbség: $250 - 36 = 214$. Ezt az eredményt kellett a megfelelő nyomógombok lenyomásával betáplálnia az automatába. A K_1–K_{10} csoport az egyeseknek, a K_{11}–K_{20} csoport a tízeseknek, a K_{21}–K_{30} csoport pedig a százasoknak felel meg.

Amint a kapcsolási rajzon látjuk, minden egyes nyomógombhoz valamilyen számérték tartozik, például a K_1-hez a nulla, K_2-höz 1, stt., a K_{30} nyomógomb tehát 900-at jelent.

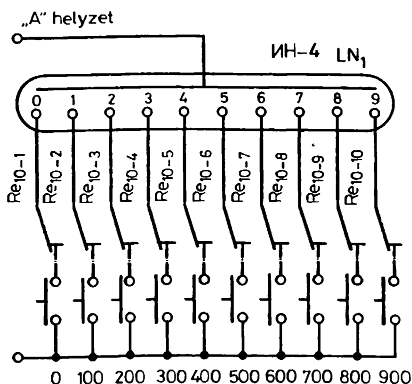
Az előbbi 214-es szám beviteléhez sorra le kell nyomni a 4-esnek megfelelő K_5-öt, a 10-nek megfelelő K_{12}-t és a 200-nak megfelelő K_{23}-at.

Először tehát lenyomjuk a K_5 nyomógombot (a 4-es szám beviteléhez), és ezáltal +24 V feszültséget kapcsolunk az ehhez a nyomógombhoz tartozó gyűjtősínre. Utána K_{12} következik (a 10-es szám). E gomb lenyomásával feszültséget kapcsolunk a Re_{12} relé tekercsére, a relé meghúz, és zárja rugócsoportjának tíz érintkezőjét. A tíz záróérintkező közül az egyik a feszültségen levő gyűjtősínhez csatlakozik úgy, hogy ezen az érintkezőn és a D_{12} diódán keresztül feszültséget kap a Re_5 relé meghúzótekercse. A relé meghúz, ezáltal zárja Re_{5-1} érintkezőjét. A záruló érintkezőn keresztül 200 V feszültség jut az LN_2 kijelzőcső ötödik kivezetésére, és a csövön kigyullad az 5-ös szám.

A D_1–D_{19} határolódiódákra azért van szükség, hogy a Re_0–Re_9 relékre kerülő feszültség ne juthasson el a Re_{10} relére. A K_{23} nyomógomb lenyomásával (vagyis a 200-as szám betáplálásával) feszültséget vezetünk az LN_1 kijelzőcső második kivezetésére, és a csőben világítani kezd a 2-es számjegy. Ezzel meg is kaptuk a gondolt számot, a 25-öst.

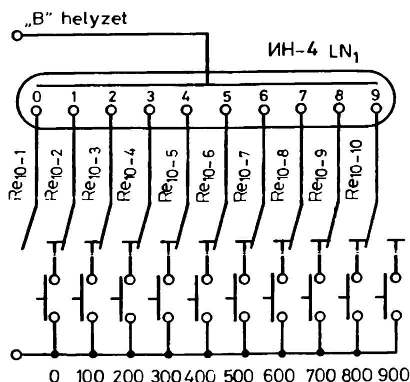
Az automata tehát kitalálta, melyik számra gondoltunk, de még szó sem volt a tíz átkapcsolóérintkezőt működtető Re_{10} reléről.

Mi hát ennek a relének az áramköri szerepe? Vegyük a már ismert 25-ös számot! Most azonban az egyjegyű szám, amelyre gondolnunk kell még, ne 4, hanem 6 legyen. Elvégezzük a számítást ($25 \cdot 10 - 6 \cdot 9 = 196$, eredményül 196-ot kapunk, ezt visszük be az automatába. A K_7 és K_{20} nyomógombok lenyomásával feszültséget vezetünk Re_5 relé meghúzótekercsére. A relé meghúz, az LN_2 kijelzőcsőben világítani



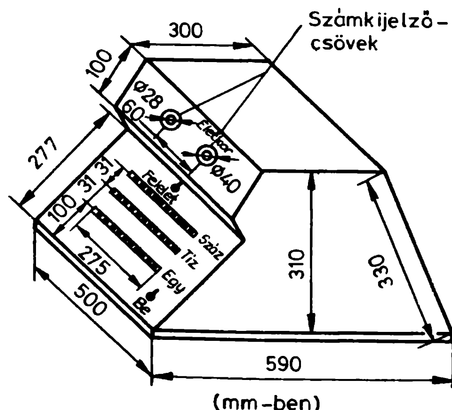
34. ábra

A Re_{10} relé érintkezőcsoportjának átkapcsolási rajza



35. ábra

A Re_{10} relé érintkezőcsoportjának átkapcsolási rajza



36. ábra

A Zodiákus külseje

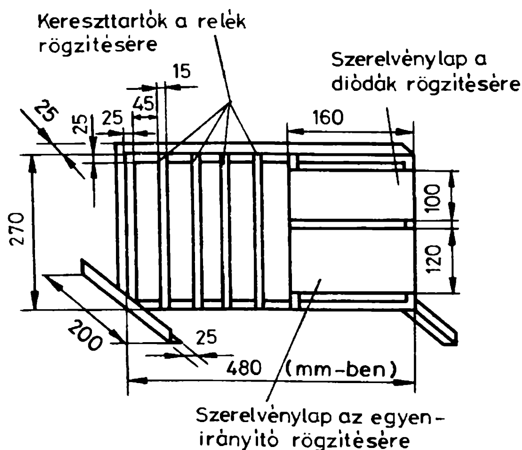
kezd az 5-ös számjegy. Ha a Re_{10} relé nem lenne, a K_{22} lenyomásával (100) az LN_1 második kivezetésére jutna a feszültség, és a kijelzőcsőben az 1-es számjegy kezdene világítani, és a gondolt 25-ös szám helyett a 15-ös számot kapnánk meg az automatáról. Az áramkörökbe beiktatott Re_{10} relé miatt azonban minden másképpen játszódik le. Amikor lenyomjuk a K_7 és a K_{20} nyomógombot, nemcsak a Re_5 relé, hanem egyúttal a Re_{10} relé meghúzótekercse is feszültséget kap (a D_{20}–D_{28} dió-

dák úgy vannak bekötve, hogy rajtuk keresztül csak a Re_{10} relére kerülhet feszültség).

A Re_{10} relé tehát meghúz, és érintkezői úgy kapcsolnak át (a 34. ábrán az érintkezőcsoport A, a 35. ábrán az érintkezőcsoport B helyzetben van), hogy az LN_1 kijelzőcső első elektródája K_{21} érintkezőjéhez csatlakozik (0 számjegy), második elektródája K_{22} érintkezőjéhez (100) sít., vagyis K_{22} lenyomásakor (a 100-as szám beadásakor) kigyullad az LN_1 kijelzőn a 2-es számjegy, és ily módon megkapjuk a gondolt 25-ös számot.

Alkatrészek és szerkezeti felépítés. Az automatát a 36. ábrán látható dobozba szereljük be. Magát a dobozt alumínium lemezből készítjük el, de először az oldalfalakat alakítjuk ki, és kerületük mentén 15 × × 15 mm-es alumínium szögidomokat szegecselünk rájuk.

Ezután rászereljük ezekre a szögidomokra az előlapot. A fenéklap és



37. ábra

Keret a relék rögzítésére

a házlap kivehető legyen! Az előlapon rögzítjük a két kijelzőcső (LN_1 és LN_2), a BE és a FELELET feliratú billenőkapcsolót és a K_1–K_{30} nyomógombos kapcsolókat. Az utóbbiakat a helyi értékeknek megfelelően három sorban rendezzük el. A felső sorba kerüljenek a K_{21}–K_{30} nyomógombok, vagyis a százasok, a középsőbe a K_{11}–K_{20} nyomógombok, a tízesek, alulra pedig a K_1–K_{10} egyesek. A fennmaradó alkatrészeket, nevezetesen a reléket, a diódákat és az egyenirányítókat a doboz belsejé-

ben, 25 × 25 mm-es szögacélokból összeállított keretre szereljük. Ennek a keretnek a rajzát a 37. ábra mutatja. Szögacélok hiányában alumíniumból 30 × 30 mm-es szögidomokat is használhatunk.

A reléket 270 × 15 mm méretű fémcsíkokra szereljük, az utóbbiakat pedig ráerősítjük a keretre. A diódák 100 × 160 mm-es szigetelőlapon helyezhetők el, és ugyanilyen lehet az egyenirányító szerelőlapja is. Ezeket a lapokat is a kerethez erősítjük. Magát a keretet négy M4-es csavarral a doboz fenéklapjára szereljük.

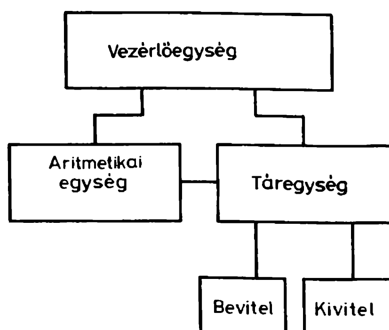
A szükséges áramköri elemek: 32 darab relé (meghúzótekercsük rezisztenciája 800 Ω) 29 db Д7Ж típusú dióda, két ИН–4 vagy Z560M típusú számkijelzőcső és 30 arretálásos, záróérintkezős nyomógomb. (A relék adatait a táblázat tartalmazza.)

Relék	A záró-érintkezők mennyisége	Az átkapcsoló érintkezők mennyisége
$Re_0 \ldots Re_9$	Egy-egy érintkező-csoport	–
$Re_{11} \ldots Re_{19}$	Tíz-tíz érintkező-csoport	–
Re_{10}	–	Tíz érintkező-csoport

A logikai egységet tápláló 24 V feszültséget szolgáltató egyenirányító (az A áramköri rész) a szokásos kétutas kapcsolásban négy Д305 típusú diódával működik. A modellt a 36. ábra mutatja.

A digitális számítógépek felépítése

Megismerkedtünk az egyjegyű bináris összegezővel és működésével. A digitális számítógépekben ilyen összegezők összekapcsolásával épülnek fel a többjegyű összegezők. Ezek alkotják a digitális számítógép aritmetikai egységének alapelemeit. Az összegezők feladata a sokjegyű bináris számok automatikus összeadása. A többi számtani művelet (a kivonás, a szorzás és az osztás) visszavezethető az összeadásra, vagyis a digitális számítógép aritmetikai egysége mind a négy számtani alapműveletet el tudja végezni.



38. ábra
A digitális számítógép blokkdiagramja

A korszerű számítógépek aritmetikai egységeiben az összegezők rendszerint nem elektromágneses relékkel működnek, mint a mi modellünkben, hanem elektronikus elemekkel, nevezetesen elektroncsövekkel, félvezetődiódákkal, tranzisztorokkal stb. Az aritmetikai egységek ezért képesek olyan rendkívül nagy sebességekre. A másodpercenként körülbelül egymillió műveletet elvégző elektronikus számítógépek 0,00006 másodperc alatt két 30 jegyű számot adnak össze. Egy másodperc alatt egy ilyen gép körülbelül 150 000 összeadást és kivonást végezhet el. A szorzás és az osztás valamivel hosszabb ideig tart, ezért ezekből a műveletekből a gép másodpercenként csak 50...100 ezret végez el.

Az aritmetikai egységen kívül sok más fontos egység is van a digitális számítógépben: a táregység (memória), a vezérlőegység, az adatok és programok bevitelére szolgáló egység és az eredmények kivitelére szolgáló egység. Ezekből az egységekből a 38. ábra szerinti kapcsolásban épül fel a digitális számítógép.

Hogy a gép megoldhassa feladatait, be kell táplálni a megoldás programját, vagyis mindazokat az utasításokat, amelyekből megtudja a gép, milyen sorrendben milyen műveleteket kell elvégeznie a bevitt számokkal. Ezt a programot az embernek kell összeállítania a gép részére, és kódolt alakban valamilyen információhordozón, lyukszalagon, lyukkártyán vagy mágnesdobon lehet a beviteli egységen keresztül bevinni a gép tárába (vagyis táregységébe). A számítások programjának összeállítása (a programozás) a legfontosabb és a legmunkaigényesebb feladat a gép üzemében. A program ésszerű összeállításától függ a gép működésének hatékonysága. Ezért a programok összeállítása magas képzettségű szakemberekre, programozó matematikusokra hárul.

Hogy a matematikus megértesse magát a géppel, olyan „nyelvre" van szükség, amelyet nemcsak az ember, hanem a gép is megért. A programok összeállítási idejének lerövidítésére külön algoritmikus nyelveket sikerült kidolgozni. Ilyen nyelv például az ALGOL, FORTRAN, COBOL. Az algoritmikus nyelvek megkönnyítik az ember és a gép közötti közlést.

A gép táregységének feladata a kiindulási adatok, a programok, a megoldás, a közbenső eredmények és a végeredmények, továbbá a feladatok megoldásához szükséges sokjegyű fizikai, matematikai és egyéb állandók tárolása. A tárolóval kapcsolatos fő követelmény a minél nagyobb tárolási kapacitás és az, hogy lehetőleg minél gyorsabban lehessen kivenni belőle a szükséges adatokat. Ez a két követelmény ellentétes egymással, mert mennél nagyobb kapacitású a tár, annál hosszabb ideig tart a tárolt adatok kivétele.

A táregységek ferritgyűrűkből, mágnesszalagokból, mágnesdobokból vagy félvezetőkből épülnek fel. Működésük megértéséhez azonban felesleges volna részletesen megvizsgálni a felsorolt tárelemeket. A mi szempontunkból a legjellemzőbb a mágnesdobos tár. Ez egy duralumíniumból kialakított és egészen vékony (10...20 μm vastagságú) rétegben ferromágneses bevonattal ellátott, belül üres dob. Nagy sebességgel forog, percenként több ezer fordulatot is megtehet. Az információ bevitelére és kiolvasására szolgáló mágneses fejek nagyon hasonlítanak a magnetofonokban alkalmazott mágneses fejekhez.

Az információt legegyszerűbben bináris kód alakjában lehet átvinni a mágnesdobra. Ha a mágneses fej tekercsén óraimpulzusokat bocsátunk keresztül, a dob a fej alatt elhaladó szakaszok mentén felmágneseződik úgy, hogy ezek a szakaszok az **1**, a felmágnesezetlen szakaszok pedig a **0** jelnek fognak megfelelni. A dobra ily módon felírt számokat akkor lehet kiolvasni, amikor a felmágnesezett szakasz újra elhalad a mágneses fej alatt, ekkor ugyanis feszültségimpulzus jön létre a mágneses fej tekercsében. Ezek az impulzusok felerősítés után bejutnak az aritmetikai vagy a vezérlőegységbe, szükség esetén pedig magába az információkiviteli egységbe.

A táregység a vezérlőegységből jövő utasításokra veszi, tárolja és adja ki az információt. A vezérlőegység irányítja a számítógép minden egyes részének a működését, és gondoskodik arról, hogy a program bevitelének pillanatától kezdve a végeredmény eléréséig automatikusan játszódjon le a számítási folyamat.

A 38. ábra alapján most már jól követhetjük az üzembe helyezett digitális számítógép fő egységeinek együttműködését. A beviteli egységen

keresztül lehet beadni a gépbe és a táregységbe juttatni a feladat kiindulási adatait. Ezután a vezérlőegységből kapott utasításoknak megfelelően az aritmetikai egység hozzáfog a számításokhoz. A közbenső eredményeket a gép tára (táregysége) tárolja, hogy amikor a számítások folytatása úgy kívánja, az aritmetikai egység rendelkezésére bocsáthassa őket.
A végeredményt az adatkiviteli egység veszi át, és úgy alakítja át, hogy könnyen lehessen leolvasni vagy felismerni. Rendszerint valamilyen diagram vagy számtáblázat alakjában kapjuk meg a géptől a feleletet. A kiviteli egység elektromechanikai (például elektromos írógép), elektronikus (a feleletet képernyőn ábrázoló elektronsugárcső) vagy fotonyomtató (a feleletet filmre exponáló készülék) lehet.

Az elektronikus matematikusok családja

Legelőször még a XIX. század elején, Charles Babbage angol matematikus vetette fel az automatikus vezérlésű univerzális digitális számológép megteremtésének gondolatát. Később Babbage meg is tervezett egy ilyen gépet, és nekilátott a megépítésének.
Felépítését tekintve Babbage gépe a mai digitális számítógépek mechanikai elődje volt. Lényegileg két részből állhatott: egy felhúzószerkezetből (az aritmetikai egységből) és egy tárból (amely a számokat tárolta). Az utóbbi mechanikai felépítésű volt, száz oszlopot, oszloponként ötven számkereket tartalmazott. A kerekek helyzete a tízes számrendszerben a számok ábrázolásának felelt meg. Ily módon ebben a tárban ezer 50 jegyű számot lehetett tárolni.

Az elképzelések szerint lyukkártyák vezérelték a gép működését. A kártyákat letapogató és a lyukakba behatoló csapok mozgásba hozták a számkerekeket. A lyukkártyákról kapott utasításoktól függően mindegyik kerék kapcsolatba léphetett a számtani műveleteket elvégző „felhúzószerkezettel", és a művelet eredménye visszakerült a tárba, a számítások befejezése után pedig a gép kinyomtatta egy papírlapra a végeredményt. Babbage arra számított, hogy gépe percenként hatvan összeadást képes majd elvégezni az ötvenjegyű számokkal. Azt remélte, hogy összeállíthat és ellenőrizhet vele néhány matematikai és tengerészeti táblázatot, logaritmustáblázatot, hogy ellenőrizhet vele csillagászati megfigyelési adatokat, és megoldhat egyéb bonyolult és terjedelmes matematikai feladatokat.

Babbage gépének építése azonban nagyon elhúzódott. Évtizedek teltek el, 1871-ben, Babbage halála után a munkát a fia folytatta, de neki sem sikerült befejezni. A gép mechanikai alkatrészei és szerelvényei pontatlanok és megbízhatatlanok voltak, lassan működtek, és nem bizonyultak alkalmasnak a korát több mint egy évszázaddal megelőző tudós zseniális ötletének megvalósítására.

Csak a XX. század harmincas éveiben jelentek meg az első műszaki eszközök (elektromágneses relék, léptetők), amelyekkel meg lehetett valósítani Babbage elképzeléseit.

Ilyen elektromechanikai elemekből meg is épült az első univerzális digitális számológép, a MARC–1. Egy tudósokból és mérnökökből álló kollektíva Howard Aiken irányításával az 1939...1944. években alkotta meg az Egyesült Államokban. Hatalmas, sok tonna súlyú számolókombájn lett belőle, magassága 2,5 méter, hossza meghaladta a 15 métert, sok ezer elektromágneses relét, léptetős elosztót és átkapcsolót tartalmazott. Másodpercenként három összeadást tudott elvégezni, a szorzás már körülbelül 6 s-ot igényelt, a logaritmus kiszámítása pedig egy percet. 1947-ben megépült az Egyesült Államokban egy tökéletesebb elektromechanikai gép is, a MARC–2. Más országokban, nevezetesen a Szovjetunióban, Angliában, Svájcban, Hollandiában szintén készültek elektromechanikai relés gépek, de gyorsan el is avultak. Elektronikus gépek léptek a helyükbe, Babbage kerekeit és Aiken reléit elektroncsövek váltották fel. Az első ilyen gép, az ENIAC 1945-ben az Egyesült Államokban készült el. Körülbelül 18 000 elektroncsövet tartalmazott, 100 kW-ot fogyasztott és 120 m^2-nél nagyobb területet foglalt el. Tárában húsz egységben 10–10 tízjegyű számot tárolhatott; az adatok bevitelére és kivitelére lyukkártyákat használtak. Az ENIAC másodpercenként körülbelül ezer számolási művelet elvégzésére volt képes.

1947–1950-től kezdve sok ország kutatói és mérnökei fogtak hozzá elektronikus digitális számológépek kidolgozásához.

A Szovjetunióban az első digitális számítógépet 1950-ben az ukrán tudományos akadémia matematikai intézete készítette el. Ez volt a MESZM (**M**alaja **E**lektronnaja **SZ**csotnaja **M**asina), vagyis a kis elektronikus számológép. 1953-ban következett a BESZM, (**B**olsaja **E**lektronnaja **SZ**csotnaja **M**asina), vagyis a nagy elektronikus számológép, szintén az ukrán tudományos akadémia részére. Ez volt annak idején Európában a leggyorsabb számítógép (átlagosan 10 000 műveletet végzett másodpercenként). Az ilyen típusú gépeket hamarosan alkalmazni kezdték a szovjet népgazdaság különböző területein. Abban az időben a tudományos kollektívák és tervezőintézetek intenzív munkát fejtettek ki

a digitális számítógépek tökéletesítésére és árának olcsóbbá tételére, új, jobb alkatrészek, egységek és áramkörök felkutatására.

Az ötvenes évek közepén megjelent a digitális számítógépek második generációja. Az első generációra a szabad huzalozású elektroncsöves áramkörök alkalmazása volt jellemző, a második generációban viszont már igen elterjedtek a nyomtatott huzalozású áramkörök, a félvezető-diódák, a tranzisztorok, a ferritelemek. A Szovjetunióban ennek a második generációnak az első képviselői: a Razdan, UMSN (Universzalnaja Masina Sirokovo Naznacsenija, vagyis a széles körben használható univerzális gép), a Szetun, Krisztall stb. Sokkal kisebbek, gazdaságosabbak, megbízhatóbbak és könnyebben kezelhetők voltak, mint az elektroncsöves gépek. 1964-re gyakorlatilag megszűnt az elektroncsöves számítógépek gyártása. Ebben az időben a digitális számítógépek száma az egész világon kb. 20 000 db volt, és rohamosan nőtt irántuk a kereslet.

Az utóbbi években új, nagy sikereket lehetett elkönyvelni a digitális számítógépek kidolgozásában. Megjelent az elektronikus matematikusok harmadik generációja a szubminiatűr alkatrészekkel, mikromodulokkal, mágneses vékonyrétegekkel, integrált áramkörökkel. A harmadik generáció gépeiben a szerelési sűrűség 2–3 ezer elem/cm^3 értéket ér el, a működési sebesség pedig nagyságrendben 10^7 művelet/s vagy még ennél is nagyobb.

A világon jelenleg sok ezer különböző típusú – univerzális és különlegesebb rendeltetésű – digitális számítógép kerül forgalomba.

3. Kibernetikai játszótársak

Játék mindenütt

Játék... E szó hallatán sokan a sakktábla mellett, a futballmeccsen eltöltött kellemes percekre és órákra gondolnak. Valójában azonban sokkal gyakoribbak a játékok és a játékhelyzetek, mint hinnők. Nemcsak a sakkozók és nemcsak a futballcsapatok játszanak. „Játszik" az orvos, amikor betegének életéért harcol. Kigondolja a megfelelő gyógymódot és gyógyszereket, vagyis eldönti, milyen stratégiát és taktikát alkalmazzon ebben a játszmában: a betegséggel folytatott küzdelemben. „Játszik" a kohászati üzem vezetője. A munkanap kezdetén utánanéz, hány tuskó maradt az előző műszakból a kemencékben, hány daru és kemence van javítás alatt, melyeket kell esetleg rövidesen javítani, hány adag készül el a martinban és kerül át hozzá a felizzításra. Megvizsgálja, milyen helyzet alakult ki a játék kezdetére. Ezután eldönti a játék menetét. A helyzet mérlegelésével elhatározza, hogy először kirakat a 3-as daruval 10000 tuskót az 5-ös kemencéből. A játék következő fázisa: lépni kell a bábukkal, vagyis a 3-as daru kezelője az 5-ös kemencéhez irányítja daruját. A kemence kezelője lenyom egy kart, és az elektromotor kinyitja az ajtólapot... Ebben a pillanatban elromlik a 3-as daru motorja. Megváltozott tehát a helyzet, a művezetőnek változtatnia kell elgondolásán, új stratégiát és taktikát kell választania.

Konfliktushelyzetek az emberi tevékenység legkülönbözőbb területein bekövetkezhetnek: a kapitány legyőzi a tengert, egy előadó a legújabb módszertani fogások felhasználásával elmagyarázza hallgatóságának a fizika törvényeit, az alakulat parancsnokságán kijelölt helyes stratégia hozzásegíti a köteléket az ellenség legyőzéséhez.

De most is, amikor az Olvasó ezt a könyvet olvassa, szintén játékhelyzet alakul ki közte és a szerző között. Egy amerikai matematikus, J. Williams így ír erről a „A modern stratéga" című könyvében: „Az olvasó és

a szerző érdekei ellentétesek, és ezek az ellentétek természetesen nem élesek ugyan, de mindenesetre fennállnak. Mi ugyanis (a szerzők) azt reméljük, hogy sikerül bevonnunk az olvasót a fáradságos gondolkodási folyamatba, az olvasó viszont, aki józanul gondolkozik, és akinek van elég más gondja is, pihenés után áhítozik, és csak kívánságát szeretné kielégíteni." Hogy megnyerje ezt a játszmát az olvasó ellen, a szerző különböző stratégiai eszközökhöz folyamodik: érdekes témát, megfelelő tárgyalásmódot, szórakoztató illusztrációkat választ. A maga részéről az olvasó is szabadon választhat a különböző stratégiák között: a sarokba dobhatja a könyvet, gyorsan átlapozhatja, megnézheti az ábrákat, esetleg figyelmesen elolvas egyes fejezeteket és részleteket. Ha azonban sikerült a szerzőnek „rávennie" az olvasót, hogy elejétől a végéig olvassa el a könyvet és építse is meg az itt ismertetett kibernetikai készülékeket, elmondhatjuk, hogy ebben a játékban a szerző a nyertes.

E könyv szerzőjének természetesen minden oka megvan annak feltételezésére, hogy az Olvasó sem marad vesztes ebben a játékban. A mi játékunk ugyanis, amelyet együtt játszunk, nem tartozik az antagonisztikus játékok közé, vagyis ez olyan játék, amelyben az egyik játékos nyerése nem jelenti azt, hogy a másik játékos veszített. Vannak azonban antagonisztikus játékok is, olyanok, amelyekben mind a két játékos a lehető legteljesebb nyerésre törekszik oly módon, hogy társa a lehető legteljesebb mértékben vesztes maradjon. Ilyen majdnem mindegyik hazárdjáték, nagyon sok sportverseny.

A játékokat antagonisztikusokra és nem antagonisztikusokra osztottuk fel annak alapján, hogy a játékosok hogyan viszonyulnak a játék kimeneteléhez. Ezenkívül azonban más szempontok szerint is különbséget lehet tenni a játékok között. A lépések száma szerint véges (azaz véges számú lépés után befejeződő) és vég nélküli játékokat különböztethetünk meg. A résztvevők száma szerint vannak egyszemélyes játékok (például a pasziánsz), kétszemélyesek (pl. a dámajáték, a sakk, a bokszolás, a vívás) és többszemélyesek, amelyeket hárman vagy többen játszanak (ilyen a dominó, a tenisz, a röplabda, a futball). A többszemélyes játékok között olyanok is vannak, amelyekben a résztvevők koalíciókat alkotnak. Két állandó koalíció esetén páros játékká alakul át a többszemélyes játék. Például a dominó koalíciós játék, ha négyen játsszák, és a négy résztvevő párosával szövetségre lép egymással.

A nyeremény összege alapján is különbséget lehet tenni a játékok között. A sakkban, a dámajátékban az egyik játékos által megnyert partit a másik elveszti, amit az egyik nyer, a másiknak veszteség, vagyis mind a két játékos figyelembevételével a nyereségek összege nulla. Ezért az

ilyen játékokat nullaösszegűnek nevezzük. A háború, a vadászat, a halászat résztvevőinek nyereségei és veszteségei nem egyenlítik ki egymást, tehát ezeket a játékokat nem nullaösszegű játékoknak nevezzük.

A játéknak fontos jellemzője az is, hogy milyen jellegű és mennyiségű információt kapnak az egyes résztvevők a pillanatnyi helyzetről. Ha mindegyik játékos mindig teljes tájékoztatást kap a játék állásáról, és minden egyes pillanatban tisztában van az ellenfél tartalékaival és lehetőségeivel (vagyis, ha nyílt kártyákkal folyik a játék), a játékot teljes tájékoztatásúnak nevezzük. Ilyen például a dámajáték.

Vannak olyan játékok is, amelyek menetéről hiányosak az információk, amelyek résztvevői nem ismerik pontosan az ellenfél erejét és lehetőségeit (nem lehet tudni például azt, hogyan oszlanak el a kártyák, a dominókockák a játék kezdetén, milyen fegyvereket fog bevetni az ellenség a harcokba). Ezeket a játékokat hiányos tájékoztatású (hiányos információjú) játékoknak nevezzük.

Sok játék kimenetele véletlenszerű, és nem függ a játékosok viselkedésétől. Ezeket véletlenszerűeknek nevezzük. Jellegzetesen véletlenszerű játék a fej vagy írás (a pénzfeldobás), hiszen az egyik játékos se befolyásolhatja viselkedésével az eredményt, vagyis azt, hogy a pénzdarab melyik oldalára essen. Az ilyen játékokban véletlenszerű a játék menete. Más játékokban viszont nincsen semmilyen véletlenszerűség, az eredmény teljes egészében a játékosok viselkedésétől függ, vagyis attól, hogy milyen lépéseket tesznek az ellenfelek. Ide soroljuk a dámajátékot, a sakkot, és ide sorolhatunk sok sportot és versenyt. Ezeket determinált játékoknak nevezzük.

Végül ismeretesek vegyes típusú játékok is, olyanok, amelyeknek kimenete részben véletlenszerű tényezőktől, részben pedig a játékosok viselkedésétől függ.

Így hát elméletileg minden játékot többféle ismérv alapján jellemezhetünk, és ennek megfelelően sorolhatunk be valamilyen osztályba. A sakk például antagonisztikus, véges, kétszemélyes, determinált, nullaösszegű és teljes tájékoztatású játék.

A játékelmélet természetesen nem csak az osztályozásból áll. A „besorolásra" csak azért van szükség, hogy könnyebben lehessen megtalálni az azonos típusúakra általános megoldásokat, kidolgozni valamilyen ajánlásokat a konfliktushelyzet kialakulása során követendő legésszerűbb viselkedési formákra. Éppen ebben rejlik a játékelmélet fő célja.

A játékelmélet aránylag fiatal irányzat a tudományokban, bár alapjait E. Borel és Neumann János már századunk húszas éveiben megvetette. Különösen 1944 után indult rohamos fejlődésnek, amikor Neumann Já-

nos és O. Morgenstern a „Játékelmélet és gazdasági viselkedés" című könyvükben közzétették a játékelméletre vonatkozó első rendszeres és alapvető vizsgálódásokat. Ebben a könyvben a szerzők megfogalmazzák a konfliktushelyzetek tudományos elemzésének alapelveit. Napjainkban rohamosan bővül a játékelmélet alkalmazási területe, eredményei pedig sokat ígérő alkalmazásokra találnak az emberi tevékenység legkülönbözőbb ágazataiban.

Ki lesz a győztes?

A játékok legegyszerűbb és ugyanakkor legjobban tanulmányozott osztályát a kétszemélyes, véges, nullaösszegű játékok alkotják. Ezekben a játékokban a játékosoknak élesen ellentétesek az érdekeik, ugyanis az egyikük pontosan annyit nyer, amennyit a másik elveszít. Ezért elegendő itt csak az egyik játékos nyereségét tekintetbe venni azzal a feltevéssel, hogy ez a játékos e nyereség maximumára, a másik játékos pedig e nyereség minimumára törekszik.

Lássunk egy példát az ilyen játékra!

Tegyük fel, hogy a két játékos, A és B egyidejűleg és egymástól függetlenül megnevezi három szám, nevezetesen 1, 2 és 3 egyikét. Ha az általuk megnevezett számok összege páros, az A játékos bizonyos számú pontot kap, ha viszont páratlan ez az összeg, B kap ugyanennyi pontot.

Nyilvánvaló, hogy ez a játék determinisztikus (a kérdéses szám megnevezésével mind a két játékos egyéni lépést tesz, a véletlennek nincsen szerepe a játékban). Az is világos, hogy hiányos tájékoztatású játékról van szó (a lépés megtételekor nem tudja az egyik játékos sem, hogy ellenfele milyen lépést tett). Az A játékos három különböző lépés közül választhat, vagyis a szokásos kifejezésmód szerint három stratégiája van:

A_1 megnevezi az 1-es számot,
A_2 megnevezi a 2-es számot,
A_3 megnevezi a 3-as számot.

A B játékosnak szintén három ilyen stratégiája van:

B_1 megnevezi az 1-es számot,
B_2 megnevezi a 2-es számot,
B_3 megnevezi a 3-as számot.

A következő táblázatban összeállítottuk az A és B játékosok által választható különböző stratégiákkal elérhető eredményeket, és az A játékos megfelelő nyereségét (az ilyen táblázatot a játék mátrixának nevezzük):

1	B_1	B_2	B_3
A_1	2	−3	4
A_2	−3	4	−5
.4	4	−5	6

Az A és B játékosok összetartozó stratégiájának metszéspontjába mindenhol beírtuk az A játékost megillető pontok számát. Ahol ez a nyereség negatív, ott B kapja a pontokat, A pedig ennyit veszít. Ha például az A játékos az A_3 stratégiát választja (a 3-as számot nevezi meg), B pedig a B_2 stratégiát játssza meg (a 2-es számot nevezi meg), az így kapott összeg 5, vagyis páratlan szám. A táblázatban ezt az 5-ös számot írtuk be a harmadik sor és a második oszlop kereszteződési helyére, és ebben az esetben A −5 pontot nyer, vagyis mint vesztes, átenged 5 pontot a B játékosnak.

A játékosok ismerik a játék minden lehetséges kimenetelét. Ennek alapján vajon mi lesz a legésszerűbb stratégia részükre?

Könnyen belátható, hogy az A játékos bármilyen stratégiájára B kiválaszthatja az A részére legkedvezőtlenebb választ. Az A játékos nagyon kedvezőnek láthatja az A_3 stratégiát, mert ezzel 6 vagy legalábbis 4 pont nyereségre van esélye (ha a B játékos a B_3, ill. B_1 stratégiával válaszol). Ha azonban B ebben az esetben a B_2 stratégiát választja, A részére a játék 5 pont veszteséggel végződik. Hasonlóképpen az A_1 vagy az A_2 stratégiával sem lehet biztos A a nyerésben. Ugyanilyen nehéz helyzetben van persze B is, hiszen ő sem tudja, hogyan fog játszani A.

A kalandorkodástól és nagyobb kockázattól mentes, okos és óvatos játékban nem annyira a nyereségre törekednek a játékosok, hanem inkább arra, hogy lehetőleg ne veszítsenek. A gyakorlati tapasztalatok szerint a legérzékenyebb veszteségeket az ellenfél erejének és képességeinek lebecsülése okozhatja. Ezért mindkét játékosnak abból a feltevésből kell kiindulnia, hogy ellenfele a részére legkedvezőbb stratégiát fogja választani. Ennek megfelelően olyan stratégiát kell választania a játékosnak, amellyel az ellenfele legjobb stratégiája a lehető legkisebb veszteé-

get fogja okozni neki. Következésképpen az A játékos részére az a legbiztonságosabb stratégia, amellyel az elérhető legkisebb nyereség megegyezik az egyéb stratégiákkal elérhető legkisebb nyereségek maximumával.

A legkisebb nyereség az A_1 stratégiával 3, az A_2 stratégiával 5, az A_3 stratégiával pedig szintén 5. E legkisebb értékek sorában a legnagyobb a 3, ennek pedig az A_1 stratégia felel meg. Ezt a stratégiát maximinnek nevezzük (mert a maximuma a minimumoknak), a megfelelő nyereséget pedig (a mi esetünkben a 3-at) a játék legkisebb árának. A játék legkisebb ára nyilván az a garantált legkisebb nyereség, amelyet abban az esetben biztosíthat magának az A játékos, ha a legóvatosabb, a „túlbiztosított" A_1 maximin stratégiát követi (példánkban ez a maximin stratégia legfeljebb 3 pont nyereséget garantál az A játékosnak).

Teljesen analóg okoskodást követve a B játékosnak – A ügyes viselkedésére számítva – az olyan stratégiát kell előnyben részesítenie, amellyel ellenfelének legnagyobb nyeresége a lehetséges stratégiákkal elérhető legnagyobb nyereségek minimumával lesz egyenlő. A legnagyobb nyereség a B_1 stratégiával 4, a B_2 stratégiával szintén 4, a B_3 stratégiával pedig 6. E maximumok közül a legkisebb a 4, ez lesz a játék legnagyobb ára, és két minimax stratégia felel meg neki: B_1 és B_2. Az utóbbiak közül bármelyiket választva B biztosra veheti, hogy legfeljebb négy pontot veszít. Ugyanakkor azonban érdemesebb a B_2 stratégiát választania, mert ezzel öt pontot nyerhet, míg a B_1 stratégiával csak három pontot nyerhet.

A játékosoknak a maximin, ill. minimax stratégia követését előíró óvatossági elvét minimax elvnek nevezzük a játékelméletben. Amelyik játékos a nagyobb nyereség reményében eltér ettől az elvtől, kiteszi magát annak a veszélynek, hogy többet fog veszíteni.

Az elmondottakból azonban nem szabad arra következtetni, hogy a játékot egymás után többször lejátszó játékosok részére a legveszélytelenebb állandóan ugyanazt a minimax (ill. maximin) stratégiát választani. Tegyük fel egy pillanatra, hogy az A játékos a végletekig óvatos ember, és makacsul ragaszkodik mindegyik játszmában a maga maximin stratégiájához, A_1-hez, vagyis mindig az 1-es számot nevezi meg. Ebben az esetben ugyanis két-három játszma lejátszása után rájön az ellenfele erre, és a továbbiakban következetesen a B_2 stratégiával fog válaszolni (vagyis mindig a 2-es számot nevezi meg), amivel örökös vesztésre kárhoztatja A játékpartnerét.

Látjuk tehát, hogy az ilyen játékokban fontos szerephez jut a „felderítés", amelynek alapján a játékosok következtetni tudnak ellenfelük stra-

tégiájára. Az ilyen „hírszerzés” megnehezítésére persze ajánlatos időnként (az egymást követő játszmákban) rapszodikusan változtatgatni a stratégián, vagyis – ahogy a játékelméletben mondják – vegyes stratégiát alkalmazni. A játékelméletben szabatosan kimutatható, hogy a példaképp felhozott játékban több játszma lejátszása esetén a legcélszerűbb vegyes stratégia (az optimális stratégia) mind a két játékos részére az, amellyel a 2-es szám kétszer gyakrabban fordul elő a megnevezett számok között, mint az 1-es és a 3-as. Ha mind a két játékos ezt a vegyes stratégiát alkalmazza, a játék „ártalmatlanná” válik, és elég sok játszma lejátszása után végeredményben az egyik játékos se nyer és nem is veszít. Az optimális stratégiától való eltérés viszont eltérő veszteséggel fenyeget.

Ivan Ivanovics fát vásárol

Az előbbiekben tárgyaltakhoz hasonló játékokban mind a két játékosnak gondosan lepleznie kell a másik előtt a maximin, ill. minimax stratégiától való eltérésének módját, vagyis tényleges szándékait, mert csakis így óvhatja meg magát a veszteségektől.

Vannak azonban olyan kétszemélyes, nullaösszegű játékok is, amelyekben az óvatos játékosnak még sok játszma lejátszása esetén sem kell eltérnie a minimax (ill. maximin) stratégiától, és nem is kell lepleznie ezt ellenfele előtt. Azok a játékok ezek, amelyekben a felső és az alsó ár (vagyis a minimax és a maximin) egybeesik. Ilyenkor a minimax és a maximin közös értéke (az ún. tiszta ár) a mátrix megfelelő sorában a legkisebb, a megfelelő oszlopban pedig a legnagyobb érték, magáról a játékról pedig azt mondjuk, hogy mátrixának „nyeregpontja” van. Az elnevezés magyarázata az, hogy a kérdéses pont nyeregfelületen helyezkedik el: keresztmetszetben a legfelső, hosszmetszetben pedig a legalsó helyet foglalja el.

A mátrix nyeregpontja (a játék tiszta ára) a minimax és a maximin stratégia metszéspontjában van. Ezek a stratégiák mindkét játékos részére a legkedvezőbbek. Ha egyikük elhatározta, hogy ragaszkodik a maga optimális stratégiájához, nem célszerű a másiknak sem eltérnie a maga optimális stratégiájától, mert egyébként a legjobb esetben változatlan marad, a legrosszabb esetben viszont lecsökken a nyeresége. Ilyenkor hiába szerez tudomást bármelyik játékos arról, hogy ellenfele az optimális stratégiát követi, mindez nem befolyásolhatja viselkedését: hiszen ha nem akar saját érdeke ellen cselekedni, maga is kénytelen ragaszkodni a maga optimális stratégiájához.

De lássunk egy példát erre a konfliktushelyzetre!

Képzeljünk el valakit, akinek fatüzelésű kályhái vannak a lakásában. Legyen a neve Ivan Ivanovics. Megjött a szeptember, és Ivan Ivanovics nagy gondban van: Mennyi tűzifát szerezzen be télire? Azt tudja, hogy a szokásos téli időszakban (amikor nincsenek túlságosan nagy hidegek, de nagyon enyhének sem mondható az évszak) hat köbméter fa kell a lakás fűtéséhez. Ha enyhe a tél, beéri négy köbméterrel is, ha viszont nagyon hideg lesz, nyolc köbméter fát is el fog tüzelni. A fa ára télen az időjárástól függően ingadozik, és 6, 9 vagy 12 rubelt érhet el aszerint, hogy enyhe, átlagos vagy nagyon hideg az idő. Most azonban, amíg még ősz van, Ivan Ivanovics 6 rubelért vásárolhatja a fa köbméterét.

Mit tegyen Ivan Ivanovics? Mennyi fát szerezzen be télire?

Ha most enyhe télre számít és kevés fát vásárol, viszont a tél nagyon hideg lesz, drágábban kell majd megvásárolnia a hiányzó mennyiséget. Azonban ha sok fát szerez most be, enyhe tél esetén a fa egy része megmarad. Jövőre nem tudja felhasználni ezt a megmaradt mennyiséget, mert úgy tudja, nyáron bevezetik a távfűtést a házban, és nem lesz szüksége több fára.

Ivan Ivanovics fűtési gondját is játéknak tekinthetjük, olyan játéknak, amelyet a természettel (vagy ha úgy tetszik, az időjárással) kell lejátszania.

Ivan Ivanovics stratégiája	A természet stratégiája		
	enyhe tél	normális tél	zord tél
4 m³ fa beszerzése	−24	−42	−72
6 m³ fa beszerzése	−36	−36	−60
8 m³ fa beszerzése	−48	−48	−48

Ebben a mátrixban a játék lehetséges stratégiáinak megfelelő sorok és oszlopok kereszteződéseinél a megfelelő rovatba azt írtuk be, hogy hány rubelt tesz ki Ivan Ivanovics kiadása. Ha például szeptemberben hat köbméter fát vásárol, köbméterenként hat rubelért (második sor), vagyis 36 rubelt ad ki, a tél viszont nagyon hideg lesz (harmadik oszlop), később majd még két köbmétert kell vennie, de most már 12 rubelért köbméterét, ami 24 rubel újabb kiadást jelent részére. Ebben az esetben tehát a kiadása összesen:

$$36+24 = 60 \text{ rubel.}$$

Ezt az összeget írtuk be a táblázat második sorának és harmadik oszlopának kereszteződési pontjába. A negatív előjellel azt akarjuk hangsúlyozni, hogy itt kiadásról van szó. Ugyanígy számítottuk ki a fennmaradó nyolc esetre is Ivan Ivanovics kiadásait.

Amint a mátrixból látható, a három sor minimuma −72, −60, ill. −48 rubel, a három oszlop maximuma pedig −24, −36, ill. −48 rubel. A sorok legnagyobb minimuma és az oszlopok legkisebb maximuma egyaránt −48 rubel. A harmadik sor és a harmadik oszlop kereszteződésénél találjuk meg, tehát Ivan Ivanovics akkor jár el a legésszerűbben, ha szeptemberben 8 köbméter fát vásárol 6 rubeles áron.

Ha ezt a stratégiát alkalmazza, legfeljebb 48 rubelbe kerül neki a tűzifa, bármilyen szeszélyes legyen is az időjárás. Megjegyezzük, hogy ebben a játékban Ivan Ivanovics játékpartnere, az időjárás természetesen nem aszerint fogja megválasztani a maga stratégiáját, hogy mennyi fát szerzett be hősünk télire, vagyis ennek a körülménynek a játékelméletben most nincs jelentősége.

Az előre eldöntött kimenetelű játékok

A játékelméletben kimutatható, hogy a teljes információjú játékok mindegyikének van nyeregpontja, vagyis az ilyen játékokra mindig meghatározható az a két összetartozó optimális stratégia, amely a játék árával megegyező nyereséget garantál a két játékosnak. Minthogy pedig az optimális stratégiától eltérő játékosok csak ronthatják helyzetüket, a legésszerűbb mindkettőjük részére az optimális stratégia követése. De ha a játékosok tudják, melyik a részükre optimális stratégia, és a játék kimenetele is eleve ismeretes, nincs miért játszani. Ezért a teljes információjú játékoknak csak akkor van értelmük, ha a két játékos (vagy legalábbis az egyikük) nem ismeri az optimális stratégiát.

Hasonló a helyzet a többi, teljes információjú játékban is, többek között az annyira népszerű dámajátékban és a sakkban is: az utóbbiakban is van egy nyeregpont és két összetartozó optimális stratégia. Csakhogy a sakkban és a dámajátékban mind ez ideig még nem sikerült megtalálni ezeket az optimális stratégiákat, mert a lehetséges lépéskombinációk száma olyan nagy, hogy nem lehet megszerkeszteni a játék mátrixát és meghatározni benne a nyeregpontot. A sakkban például már az első lépést is húszféleképpen teheti meg a világos, a sötét pedig húszféleképpen válaszolhat rá, úgyhogy ez a két lépés önmagában is 400 különböző változatban lehetséges (20 × 20). Ha a két második lépésnek is 400 lehetsé-

ges változata van, a két sakkozó 160000-féleképpen húzhatja meg első két lépését. Az egész sakkjátszmában a változatok teljes száma körülbelül 10^{140}. Ez a szám olyan nagy, hogy nem is nagyon tudjuk elképzelni. A Föld egész lakosságának 10^{100} évszázadra volna szüksége ahhoz, hogy szakadatlanul sakkozva minden lehetséges változatot lejátszhasson, feltéve hogy mindegyik játékos másodpercenként lépne egyet. Talán ezért olyan népszerű még mindig ez az ősrégi játék.

A gép mint játékos

Az előbbiekben megismerkedtünk a játékelmélet néhány elemével, és azt láttuk, hogy a konfliktushelyzetekben a döntéshez mindig számítási és logikai műveleteket kell elvégezni. Amint tudjuk, ilyen műveleteket nagy sebességgel hajt végre a digitális számítógép. Ne csodálkozzunk hát, hogy e gépek megjelenése után rögtön felvetődött a gondolat, hogy játékfeladatok megoldására is felhasználhatók. Az ismert amerikai tudós, Claude Shannon 1950-ben kimondta a gép sakkozóképességének lehetőségét, ami ösztönzésül szolgált az ilyen irányú kutatásra. Hogy bebizonyítsa hipotézisét, vagyis a „játszó" gép megalkotásának lehetőségét, Claude Shannon maga is megépített egy olyan automatát, amely érmejátékot játszott az emberrel, és egy másik gépet, amely az automatával volt képes játszani. Visszaemlékezéseiben Shannon így ír erről: Elkészült egy harmadik (közvetítő) gép, amely közvetítette az információt a két gép között, számolta a pontokat, és gondoskodott a játékszabályok betartásáról. A három gép össze volt kapcsolva egymással, és néhány órán keresztül folytatta a játékot, miközben a nézők fogadásokat kötöttek, és hangos kiáltozásokkal kísérték a játékot. Kiderült, hogy a kisebb és a feltevések szerint kevésbé értelmes gép 55 : 45 arányban nyert, aminek az oka talán az volt, hogy gyorsabban változtatgatta döntéseit, mint partnere. Mind a két gép igyekezett kifürkészni egymás játékmódját, és amint az egyik elérte ezt a célt, a másik veszteni kezdett, és megváltoztatta stratégiáját.

A sakkozás azonban mindig érdekelni fogja az embereket, a számítógép pedig azokban a bonyolult „játékokban" találja meg a helyét, amelyekben mint tétről acélról, gabonáról, gépekről, a nép egészségéről és biztonságáról van szó. Lehet, hogy az Olvasót érdekli a játékelmélet, és hogy szeretne megépíteni magának néhány érdekes játszó gépet, ezért a következőkben bemutatunk a különböző szakképzettségű rádióamatő-

reinknek néhány aránylag egyszerű konstrukciót. Az egyszerűbbeket a kezdő rádióamatőr is megépítheti, a kissé bonyolultabbakat azoknak szánjuk, akiknek van egy kis gyakorlatuk a készüléképítésben.

Nem minden kétszemélyes, teljes információjú játék olyan bonyolult, mint a dámajáték vagy a sakk. Néhány ilyen játékban viszonylag kevés stratégia lehetséges, könnyen végig lehet elemezni őket, és össze lehet állítani egy programot (algoritmust) az egyik játékos optimális viselkedésére. Ha ez megtörtént, már nem nehéz „rávenni" a gépet a játékra. Mindehhez egyáltalán nincsen szükség semmilyen nagy és gyors működésű digitális számítógépre. Ilyen játékok játszására még az amatőrgyakorlatban is megépíthetők aránylag egyszerű kis automaták, elég hozzá néhány elektromágneses relé, jelzőlámpa, félvezetődióda és más, könnyen hozzáférhető alkatrész.

Amikor ilyen automatát készítünk, a gép tárába be kell vinni a játék minden lehetséges változatát: össze kell állítani a játék szótárát, vagyis az ajánlásokat. Ez tulajdonképpen nem más, mint valamilyen recept a játék minden esetére. A gép, amikor rá kerül a sor a játékban, átnézi ezt a szótárt, és kikeresi belőle a játék folytatása szempontjából legjobb lépést. Az ilyen gép mindig optimálisan fog játszani. Ellenfele a legjobb esetben is legfeljebb a döntetlenben reménykedhet, már amennyiben lehetséges döntetlen a játékban.

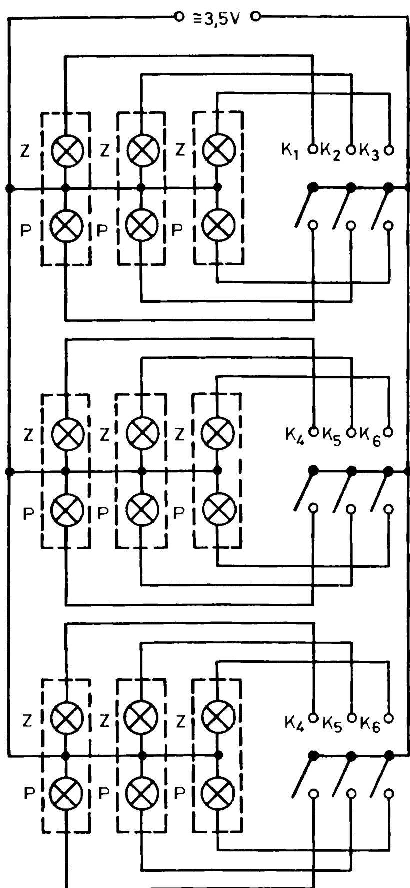
Kilenckockás amőbajáték

Játszó automatákat, olyasféléket, amelyekről az előbbiekben beszéltünk, rádióamatőrök is készíthetnek maguknak.

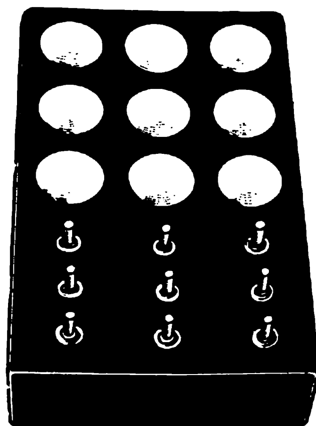
Szerkesztésükkel és összeállításukkal sokan nagy lelkesedéssel foglalkoznak az iskolai és az iskolákon kívüli szakkörökben. Modelljeik szerkezeti és áramköri felépítését állandóan bővítik, módosítják, tökéletesítik.

A kezdő rádióamatőröknek az egyszerű villamosított kilenckockás amőbajátékot ajánljuk. A két játékos felváltva egy-egy nullát, ill. keresztet rajzol be valamelyik még üres kockába, és az nyer, akinek először sikerül megtöltenie jeleivel a kilenc kocka egy teljes sorát, oszlopát vagy átlóját.

Ezt a játékot nem nehéz villamosítani. Egy plexiből kivágott előlapra kilenc átkapcsolót és tizennyolc kis jelzőlámpát szerelünk (a lámpák



39. ábra
A villamosított játék elvi kapcsolási rajza



40. ábra
A villamosított játék készülékháza kívülről

egyik felét pirosra, másik felét zöldre festjük), majd a 39. ábra szerint összekötjük őket rövid huzaldarabokkal. A legjobbak erre a célra a zseblámpák 3,5 V-os, 0,28 A-es kis izzói.

A készülék a 40. ábrán látható. A beírandó kereszteknek és nulláknak a piros és zöld lámpák felelnek meg. A beíráshoz átállítja a soron következő játékos a kérdéses kockának megfelelő átkapcsolót a jobb vagy a bal oldali helyzetbe aszerint, hogy a piros vagy a zöld az ő színe.

Ezt a készüléket természetesen nem nevezhetjük játszó gépnek, de nagyon jól használhatjuk mint egyszerű játékszert. Maga a játék ugyanúgy folyik ezzel is, mint a kockás papíron.

A közepes képzettségű rádióamatőröknek egy automata megépítését ajánljuk ehhez a játékhoz: Látszólagos egyszerűsége ellenére ebben a játékban igen nagy a játszmaváltozatok száma. A helyzet az, hogy aki kezd, kilenc kocka közül választhat, partnere pedig válaszképpen a fennmaradó nyolc kocka valamelyikét foglalhatja el. Következésképpen a két játékos első lépésére már $9 \times 8 = 72$ változat lehetséges; második lépésében az első játékos hét, a második pedig hat kocka valamelyikét választhatja.

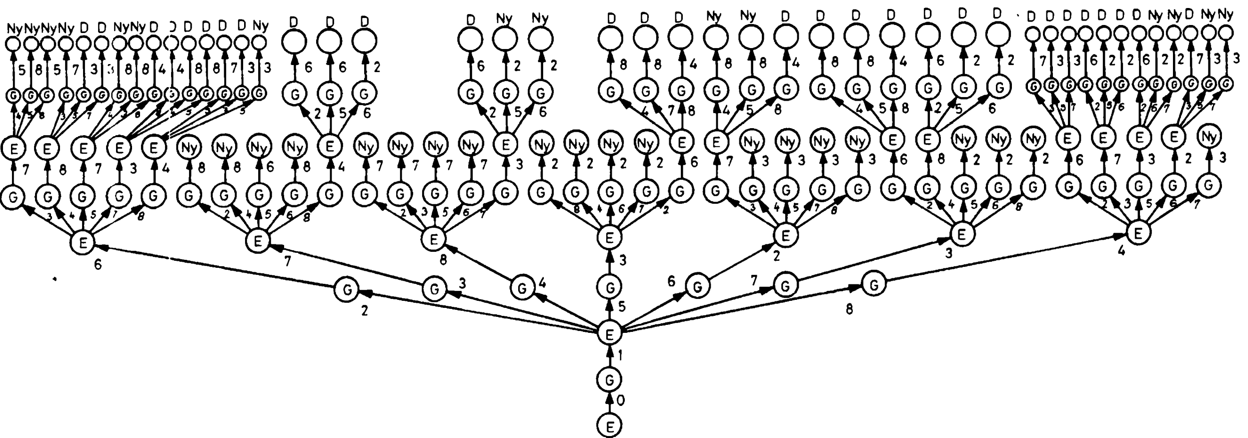
Ha akkor tekintjük befejezettnek a játékot, amikor már mindegyik kocka el van foglalva, a játék lehetséges változatainak teljes számára $9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 362880$-at kapunk, vagyis $9! = 362880$. A valóságban azonban már akkor is befejeződhet a játék az egyik fél győzelmével, amikor még nincs mindegyik kocka kitöltve valamelyik jellel, tehát a játék változatainak száma valamivel kisebb az előbbi eredménynél, de még így is igen nagy.

A játék összes változatát több sorozatra bonthatjuk fel. A számítások szerint mindegyik sorozat 512 olyan négylépéses változatot tartalmaz, amelyben a gép nem veszít. Ha viszont figyelmetlen a partnere, 360 változatban a gép nyer. Ne csodálkozzunk hát azon, hogy a játszó automata megvalósításához rendszerint gyorsműködésű digitális számítógép is szükséges.

Le lehet azonban úgy csökkenteni az automata tárának tárolási kapacitását, hogy egy amatőr is elkészíthesse a lejátszáshoz szükséges készülék modelljét.

Az automatával lejátszandó játékban az embert illeti meg az első lépés joga. Ebben a játékban a legésszerűbb taktikai lépésnek számít a középső mezőny elfoglalása. Lássuk, milyen stratégiát kell követnie a gépnek ahhoz, hogy megnyerje vagy legalábbis döntetlenre vigye az ember ellen játszott partit. A két játékos (a mi esetünkben az ember és a gép) által megtett lépéseket a sorrendnek megfelelően grafikusan, a játék fájával lehet jól ábrázolni. Ebben a fában a 41. ábrán a gép optimális lépéseit és az ember optimális (hibátlan) és hibás lépéseit adjuk meg. Ha az ember az optimális lépéseket teszi meg, a gép döntetlent erőszakol ki, ha viszont hibázik az ember, a gép megnyeri a játszmát.

A játék fája (vagy más szóval a játék gráfja) csomópontokból (csúcsokból) és ágakból (ívekből) áll. A csomópontokat kis körök ábrázol-



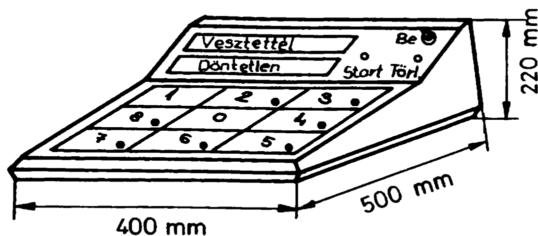
41. ábra
A játék fája

ják a fán, és ebbe a kis körbe az E vagy a G betű van beírva aszerint, hogy az ember vagy a gép lépéséről van szó.

A fa ágait kis nyilak ábrázolják, a nyilak mellé írt szám a kérdéses mezőny sorszáma, a játék eredménye pedig egy-egy bevonalkázott kis körrel ábrázolt csúcs. A csúcsok fölé írt D döntetlent jelent, Ny pedig azt jelenti, hogy a gép megnyerte a játszmát.

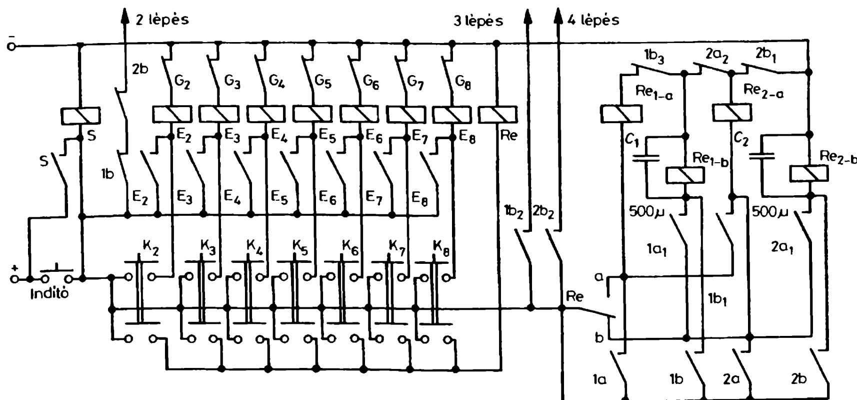
Automatikus kilenckockás amőbajáték

A készülékház ferde fedelű doboz, és a ferde előlapján látható a kilenc négyzetre felosztott játéktábla (42. ábra). Ezt a játéktáblát áttetsző (tejüvegszerű) plexiből kell kialakítani. Mindegyik négyzethez egy-egy nyomógomb is tartozik, hogy a játszó személy (az ember) megtehesse



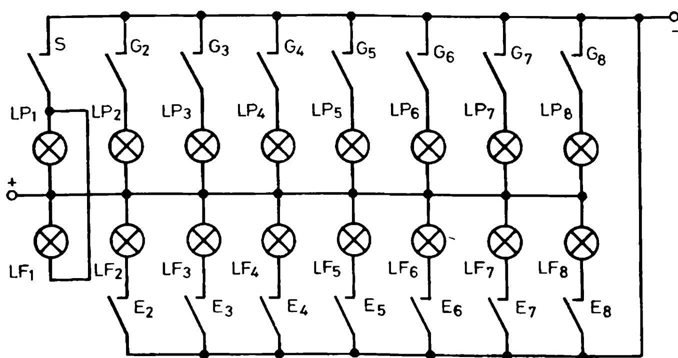
42. ábra

A játékautomata külsejének perspektivikus rajza



43. ábra

A játszó személy lépéseit megvalósító reléegység elvi kapcsolási rajza



44. ábra

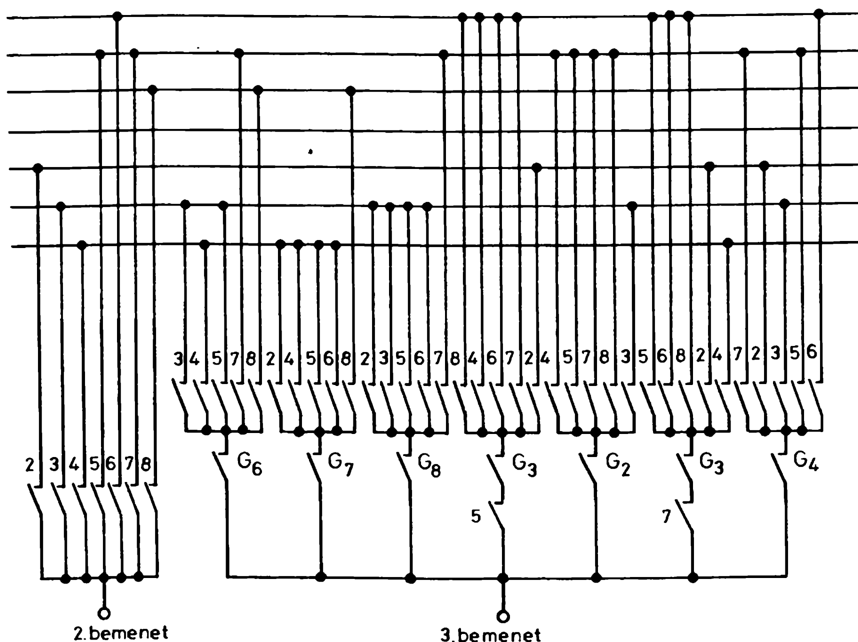
A kibernetikai játék táblája alatti jelzőlámpák elvi kapcsolási rajza

soron következő lépését. E lépés megtétele után a gép automatikusan és azonnal reagál a maga lépésével. Az előlapon van elhelyezve az automata indítógombja és a hálózati kapcsoló (BE), továbbá két világítótábla a „Döntetlen" és „Vesztettél" felirattal. A játéktábla mindegyik négyzetét egy fehér vagy egy piros lámpa világíthatja meg. Az ember lépését fehér, a saját lépését pedig piros megvilágítással jelzi az illető négyzeten az automata.

Az automata elvi kapcsolási rajza. A játék azzal kezdődik, hogy a játszó személy lenyomja az indítógombot (43. ábra), és zárja vele az S (Start) indítórelé meghúzókörét úgy, hogy a relé meghúz, és tartóáramot létesít magának. Ugyanekkor feszültséget kap a relék $E_2 \ldots E_8$ relék tartóáram-érintkezőjét tápláló gyűjtősín (a relék jelölésében levő index a játéktábla négyzeteinek sorszáma), és az 1b és 2b bontóérintkezőkön keresztül feszültség kerül a 2. lépés feliratú gyűjtősínre. Az S relé érintkezői bekapcsolják a fehér színű LF_0 lámpát (44. ábra) annak jeléül, hogy a játszó személy megtette első lépését, és ezzel egyidejűleg felgyullad a LP_1 lámpa is (a gép válaszolt, és a maga első lépésével elfoglalta a játéktábla első mezőnyét).

A továbbiak során amint a játszó személy lenyomja a $K_2 \ldots K_8$ nyomógombok valamelyikét, meghúz a Re relé, és átkapcsolóérintkezőivel ütemimpulzusokat juttat a Re_1–Re_2 relékapcsoló bemenetére (l. a 43. ábrát).

Az automatában ez a relékapcsoló kapcsolja be sorra a 3. lépés, 4. lépés stb. gyűjtősíneket. A következőképpen működik. A Re relé meghúzásakor érintkezője az *a* gyűjtősínhez csatlakozik, aminek következtében meghúz és tartóáramot létesít magának a Re_{1-a} relé. Az Re_{1-b} relé



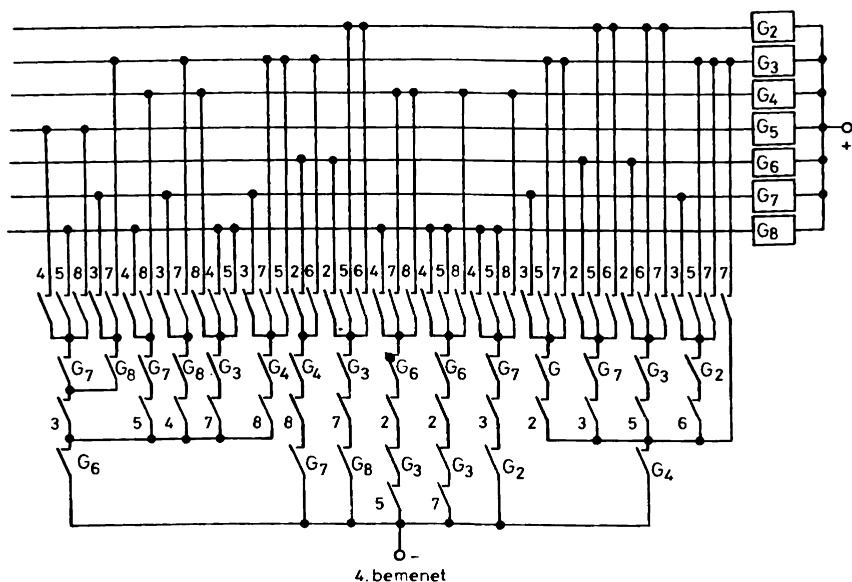
45. ábra

Az automata lépéseit megvalósító reléegység elvi kapcsolási rajza

meghúzókörében zárul az $1a_1$ reléérintkező, és előkészíti a Re_{1-b} relé gerjesztését.

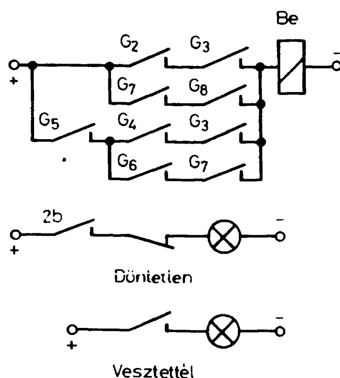
A nyomógomb elengedése után feszültségmentessé válik a Re relé, érintkezője visszatér kiindulási helyzetébe úgy, hogy tápfeszültséget kapcsol a b gyűjtősínre. Ebben a pillanatban tartóáramot létesít magának Re_{1-b}, és bontóérintkezőjével megszakítja Re_{1-a} meghúzóáramát. Az automata elvégez egy ütemet, és így Re_{1-b} záróérintkezője feszültséget kapcsol a 3. lépés gyűjtősínjére. Re újbóli meghúzására hasonló módon sorra meghúz az Re_{2-a}, a Re_{2-b} relé, és feszültség jelenik meg a 4. lépés gyűjtősínjén.

Most lássuk a gép működését egy konkrét példán! Tegyük fel, hogy az indítógomb lenyomása után a játszó személy a tábla harmadik négyzetének nyomógombját nyomja le, és így teszi meg következő lépését. Amikor lenyomja a K_3 gombot, meghúz az E_3 relé, zárja saját meghúzóáramkörét, és fehér fényben kezd világítani a tábla 3. négyzete. Az E_3 relé záróérintkezője feszültséget kapcsol a G_7 relé meghúzótekercsére (45.



ábra), az utóbbi relé is meghúz, tartóáramot létesít magának, és ezzel bekapcsolja az LP_7 lámpát (l. a 44. ábrán). A tábla hetedik négyzete piros fényben kezd világítani, a reléautomata befejezi az első ütemet. Ebben a pillanatban megjelenik a feszültség a harmadik lépés gyűjtősínjén. Ezután a játszó személy teszi meg következő lépését valamelyik szabadon hagyott négyzetre. Például a negyedikre. A K_4 kapcsoló lenyomásakor meghúz az E_4 relé, és zárja saját tartóáramát. A G_7 és az E_4 zárt érintkezőkön keresztül meghúzóáramot kap az F_8 relé, felgyullad az LF_4 és az LP_8 lámpa (l. a 44. ábrát).

Ugyanebben a pillanatban kivilágosodik a „Vesztettél" felirat. E tábla lámpájának tápkörét a világítótáblák vezérlőegységének Be reléje kapcsolja be (46. ábra). Ha az első három lépés E0, G1; E3, G7 és E4, G8 volt, a vezérlőegységben a G_7, G_8 érintkezők zárulnak. A megtett lépések elemzésével megállapíthatjuk, hogy a játszó személy hibát követett el, amikor a negyedik négyzetet foglalta el. Ha ugyanis a nyolcadik



46. ábra
A játéktábla vezérlőegységének elvi kapcsolási rajza

Relé	S	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	Re
Záróérintkezők	2	15	16	14	21	12	20	14	–
Bontóérintkezők	–	–	–	–	–	–	–	–	2
Átkapcsoló-érintkezők	–	–	–	–	–	–	–	–	1

Relé	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	G_8	Be	Re_{1-a}	Re_{1-b}	Re_{2-a}	Re_{2-b}
Záróérintkezők	3	10	7	3	8	8	7	1	2	3	2	3
Bontóérintkezők	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	–
Átkapcsolóérintkezők	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

négyzetre lépett volna, és a további lépéseket is helyesen választotta volna meg, döntetlent érhetett volna el.

Az automata szerkezeti felépítése. Az automatát egy 500×400×220 mm méretű alumínium dobozban helyezzük el. A doboz rajza a 42. ábrán látható. Ebben az automatában PKH típusú reléket használhatunk. A relék érintkezőcsoportjainak számát a következő táblázatok adják meg. Minthogy ilyen sok érintkezővel ritkán találni reléket, több egyforma típusú relé párhuzamos kapcsolásával növeljük meg az érintkezők számát.

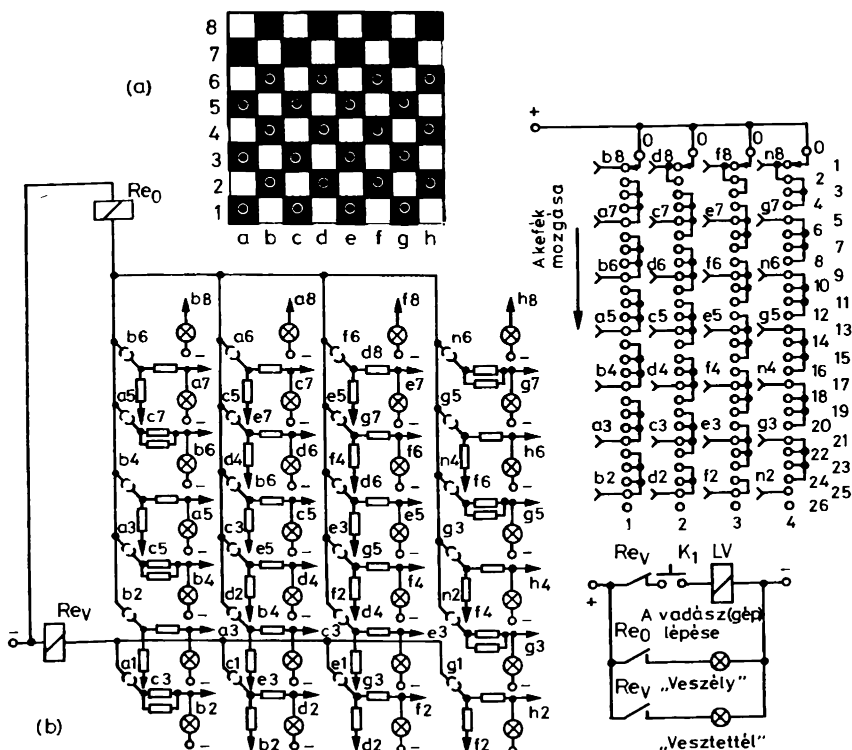
Az automatát egy 24 V feszültségű és 1 A teljesítményű kétutas egyenirányító táplálja. A játéktábla megvilágítására 26 V-os lámpákat használunk fel, de minden egyes négyzetben az egyik lámpát pirosra festjük. A játéktáblát négyzetekre osztó válaszfalakat fehérbádogból vagy alumíniumból készíthetjük el. A helyesen összeszerelt automata utánállítgatásokat már nem igényel, és bekapcsolás után rögtön üzemkész állapotba kerül.

Farkasvadászat

Sokan ismerik ezt a játékot, egyesek „a farkas és a juhok", mások „a farkas és a vadászok" néven emlegetik, de valószínűleg az utóbbi elnevezés a helyesebb, mert jobban kifejezi a játék lényegét. Ezt a játékot a dámajáték tábláján lehet játszani; felépítését a következőkben arra az esetre ismertetjük, amikor a két játszó fél közül az egyik egy kibernetikai készülék.

A játékszabályok. Egy sakktáblán a b8, d8, f8, h8 mezőkön négy gyalogost (vadászt) helyezünk el. A tábla másik felén az a1, c1, e1, g1 mezők közül bármelyikben felállítjuk a „farkasgyalogost". A vadászok mindig csak előre léphetnek egy-egy lépéssel, a farkas viszont addig nyomul előre, míg nem találkozik a szomszédos mezőben egy vadásszal, amikor is joga van hátralépni. A vadászok feladata a farkas „sarokba szorítása", vagyis befogása az első sorban. A farkasnak át kell törnie magát a vadászok során, és el kell jutnia a sakktábla nyolcadik sorába. A kibernetikai játékban a vadászokat az elektronikus készülék mozgatja, a farkas lépéseit pedig az ember teszi meg.

Elvi kapcsolási rajz. Az egyes vadászok helyét a sakktáblán világító mezők jelzik. A farkas lépéseinek megtételéhez egy csatlakozódugaszt kell bedugni a sakktábla megfelelő mezőjének csatlakozóhüvelyébe (47.



47. ábra

(a) az automatajáték táblája; (b) elvi kapcsolási rajza

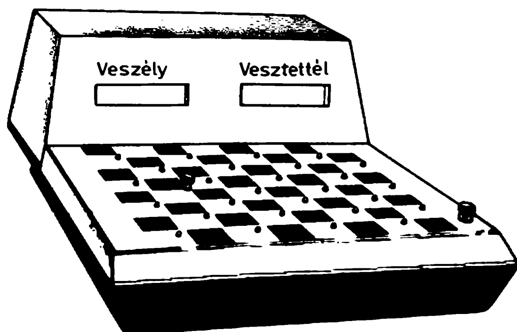
ábra). A vadászok léptetéséhez (az automata működtetéséhez) le kell nyomni a „Vadászlépés” feliratú K_1 nyomógombos kapcsolót.

A farkasnak ki kell törnie a vadászok láncából, de nem szabad átugrania a vadászok által elfoglalt mezőkön. A vadászok feladata e kitörés megakadályozása. Ebben a játékban a kezdés joga a vadászokat és a farkast egyaránt megilletheti.

Az automata bekapcsolásakor felgyullad négy lámpa, és megvilágítja a b8, d8, f8, h8 mezőket annak jeléül, hogy a gép készen áll a játékra. Tegyük fel, hogy a játszó személy kezdi meg a játékot, és behelyezi a dugaszt a második sor valamelyik hüvelyébe, majd lenyomja a K_1 gombot. A léptetős választógép (LV) megtesz egy lépést, keféi átkapcsolnak az 1-es érintkezőről a 2-esre, és összekötik a tápforrás pozitív sarkát az a7,

d8, f8, h8 mezőket megvilágító lámpák érintkezőivel. A b8 mező elsötétedik, az a7 mező világítani kezd, és a nyolcadik sor másik három mezője tovább világít. Ezután a játékos áthelyezi a dugaszt, vagyis lép egyet a farkassal, újra lenyomja a K_1 gombot, hogy a vadászok is megtehessék a maguk lépését. A léptetős választógép átlép a következő helyzetbe.

Ily módon addig folytatódnak a lépések, míg a farkas szembe nem kerül két vadásszal. Ha csak egy vadász van a farkas előtt, csak egy soros ellenállást kap a Re_0 relé, és nem húz meg, mert nem elég ehhez az átfolyó áram. Amikor a szomszédos mezőn megjelenik a második vadász is, ebben az áramkörben az előbbi ellenállással párhuzamosan kapcsolódik egy második ellenállás. A két párhuzamos ellenálláson most már nagyobb áram folyik át, és ez elegendő a Re_0 relé meghúzásához. Legyen



48. ábra
A farkas és a vadászok. Az automata külseje

például a farkas a d4 mezőn, a két vadász pedig a c5 és e5 mezőkön. Ebben az esetben a farkas dugasza zárja a d4 mező érintkezőhüvelyét. A léptetős választógép 12-es helyzetében a c5, e5 érintkezőkön, a 2-es és 3-as mezőkön és a d4 érintkezőhüvelyen keresztül (az utóbbit a dugasz zárta) pozitív feszültség kerül a Re_0 relére. Világítani kezd a „Veszély" feliratú tábla, vagyis most hátrafelé léphet a farkas, hogy folytathassa a játékot. Ebben az esetben kialszik a „Veszély" felirat, mert a dugasz kihúzásával megszakadt a Re_0 relé áramköre. A játék addig folytatódik, míg be nem szorul a farkas az első sor valamelyik mezőjébe. Ebben az esetben a farkas dugasza zárja a Re_V relé áramkörét, és ha mindkét irányból útját állja a farkasnak egy-egy vadász, meghúz a Re_V relé, a

táblán kivilágosodik a „Vesztettél" felirat. Ennek a feliratnak a lámpáját a Re_V relé záróérintkezője kapcsolja be.

A következő játszma megkezdése előtt a léptetős választógépet vissza kell téríteni a kiindulási helyzetbe (1 helyzet). Evégett az automata kezelőtábláján levő „Törlés" nyomógombot kell lenyomni. A keresőgép visszatérítő-áramköre ugyanolyan, mint a „Hiszed? – Nem hiszed?" kibernetikai játékban.

Alkatrészek. A kibernetikai játékban felhasználandó alkatrészek: egy 24 V-os, ШИ–25/8 típusú léptetős választógép, huszonnégy telefonhüvely, huszonnyolc 26 V-os izzólámpa, egy-egy РЭС–22 típusú Re_V, Re_0 relé, egy tetszés szerinti típusú, két záróérintkezőjű K_1 nyomógomb.

A játszótábla mátrixát alkotó ellenállások rezisztenciáját az

$$R_x = \frac{2(U - I \cdot R_r)}{I}$$

képlet alapján lehet kiszámítani. Ebben a képletben R_x a mátrixellenállás rezisztenciája, U a tápfeszültség, I a relé meghúzási árama A-ben, R_r pedig a relé meghúzótekercsének rezisztenciája.

A helyesen összeszerelt kibernetikai készülék rögtön üzembe helyezhető, semmilyen utánállításra nincsen szükség. Az automata perspektivikus rajzát a 48. ábra mutatja.

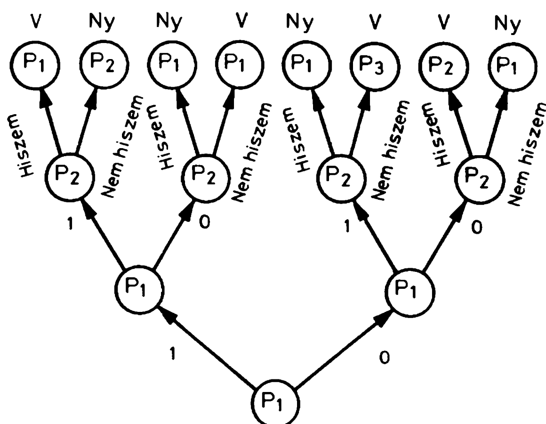
Hiszed? – Nem hiszed? kibernetikai játék

A kibernetikai játékok prototípusa a Hiszed? – Nem hiszed? néven ismert népszerű kártyajáték.

A játék alapja egy egyszerű algoritmus, amelynek követésével a játékos átadhatja a kezében levő lapjait partnerének, és megnyeri a játszmát. Egy-egy pontot kap a játékos, ha sikerül átadnia egy kártyát a partnerének.

A játék menete. A kártyákat egyenlően kell szétosztani a két játékos között. Az első játékos letesz az asztalra egy lapot oly módon, hogy partnere ne láthassa, és megnevezi a lap értékét, de nem szükséges feltétlenül az igazat mondania. Ezután felteszi a kérdést: „Hiszed? – Nem hiszed?" A partner „Hiszem" válaszára a kártya annál marad, aki kihívta, ha megfelel a megnevezett értéknek. Ezzel be is fejeződik az első lépés.

Lássunk most egy másik lehetséges esetet. Tegyük fel, hogy a partner azt felelte, „Nem hiszem", és a kártya valóban nem felel meg a megneve-



49. ábra
A „hiszed–nem hiszed" játék fája

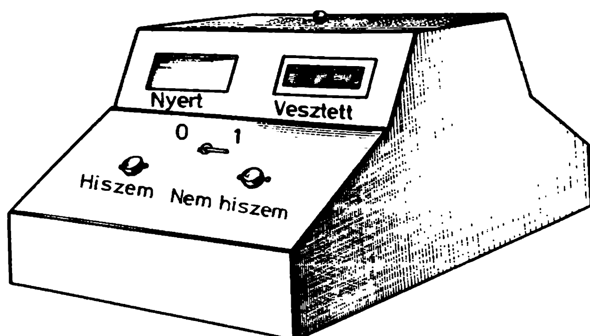
zett értéknek. Ebben az esetben szintén kap egy pontot, és a kártyalap a partnerénél marad.

A harmadik eset: a partner azt mondja, „Hiszem", de a kártyalap nem egyezik meg a megnevezettel. Ekkor az kapja a pontot, aki kihívta a lapot. A negyedik esetben a partner válasza: „Nem hiszem", viszont a kártyalap megfelel a megnevezett értéknek, és a pontot megint csak a lap kihívója kapja.

A játék minden egyes lépésére csak négy lehetséges változatot kaptunk. Mindegyik lépés kimenetele a következő három tényező kombinációjától függ:

(1) milyen kártyalapot tett le az asztalra a partner (a mi esetünkben **0**-t vagy **1**-et), (2) az igazat mondta-e, amikor megnevezte lapját, (3) mit válaszolt az „ellenfél", vagyis hogy elhitte-e vagy nem a kijelentést.

Az Olvasó könnyen ellenőrizheti, hogy a lehetséges változatok száma összesen 2^3, vagyis 8. Ha a játék minden lépését grafikusan ábrázoljuk, megkapjuk a játék fáját, s a kis körök a partnerek sorszámát, a nyilak pedig a megtett lépést jelentik (49. ábra). Próbáljuk meg követni a játék menetét, és tegyünk le képzeletben egy **1**-es kártyalapot az asztalra, de nevezzük **0**-nak. Társunk azt mondja: „Hiszem". Ebben az esetben mint a P_1 partner nyertünk egy pontot. A játék fáján az előbbiek szerint ez a változat a következően folyik: A P_1 partner kiteszi a lapot, amit most az **1**-es számmal megjelölt nyíl ábrázol. A lépés következő fázisában a P_1 partner a „Nulla" szóval nevezi meg lapját, ezt a P_1-ből a P_2 felé mutató,



50. ábra

A „hiszed–nem hiszed” játékautomata külseje

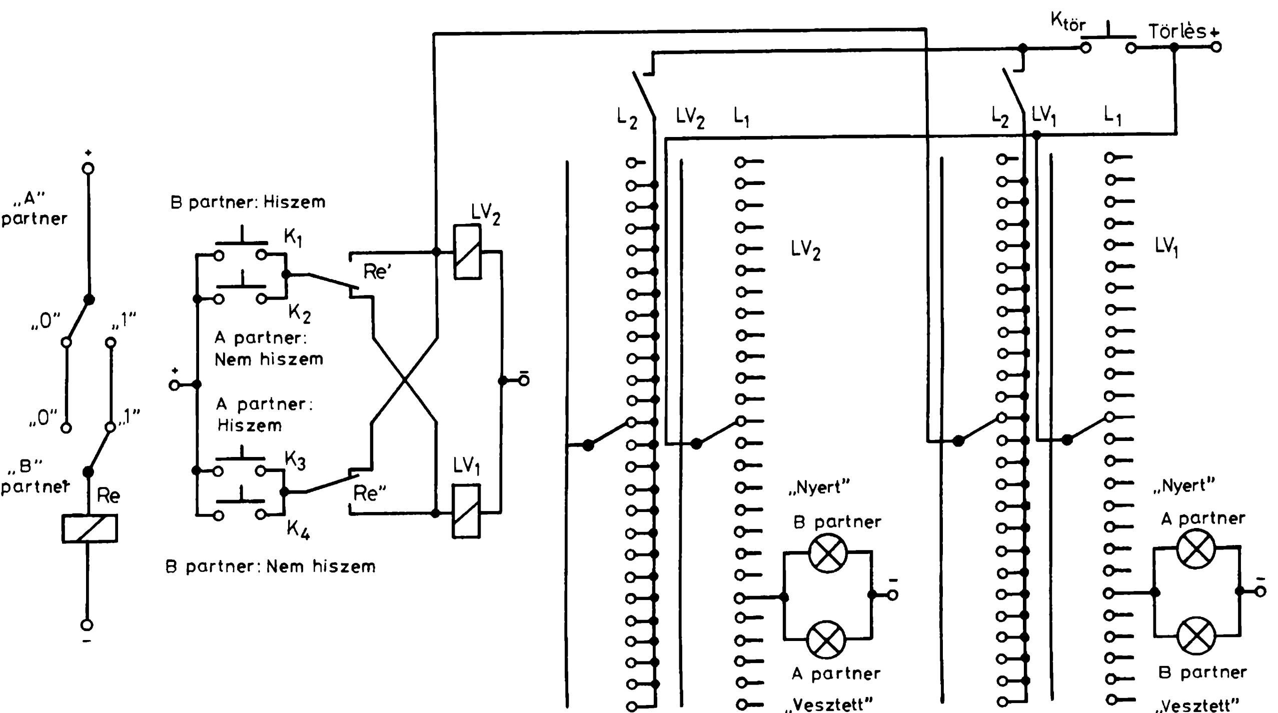
0 feliratú nyíl jelöli. Most P_2 válasza következik. Ő a „Hiszem” szóval válaszolt, az ennek megfelelő nyíl P_2-ből P_1-hez tart. Ezzel befejeződik a lépés, amit a játék fáján a Ny betűvel ellátott P_1 kör ábrázol (Ny = nyert).

A játékosok váltakozva tesznek le egy-egy lapot az asztalra, függetlenül attól, hogy az előző lépésben ki nyert. A játék addig tart, amíg az egyik játékos meg nem szabadul az utolsó lapjától is. A nyertes az a játékos, akinek a kezében nem maradt egyetlen lap sem. A tényleges kártyajátéktól eltérően ebben a gépesített játékban két állapot, **0** és **1** között lehet választani.

Az ismertetett kibernetikai készülékkel lehetővé válik a játékvezetés automatizálása. Az információbevitelhez kétállapotú (BE és KI) tumblerkapcsolók vannak a készüléken, és a pontokat egy léptetős relé összegezi.

A készüléknek (50. ábra) két ferde előlapja van oly módon, hogy a partnerek ne láthassák egymás tumblerkapcsolójának helyzetét. Mind a két előlapon egy-egy kétállású (**0** és **1**) billenőkapcsolóval lehet megkezdeni a játékot, és két nyomógomb is van a „Hiszem” és a „Nem hiszem” felirattal. Az előlap felett két világítótábláról a „Nyert”, ill. „Vesztett” szót lehet leolvasni.

Az áramkörök működése a következő (51. ábra). Tételezzük fel, hogy az A partner **0** helyzetbe állította kapcsolóját, és a **0** számjegyet nevezte meg. A B partner beállítja **0** helyzetbe a maga kapcsolóját, és ha elhiszi indító partnere bemondását, lenyomja a „Hiszem” feliratú gombot. A tápfeszültség a K_1 nyomógombos kapcsoló záróérintkezőin és a Re′ érintkezőkön keresztül az LV_2 léptetős választógép tekercsére kerül, ez



51. ábra
A „hiszed–nem hiszed" játék elvi kapcsolási rajza

a relé elfordul egy lépéssel, és ezzel feljegyez egy pontot a B partner javára.

Ily módon a játék minden egyes fordulójában az előbbiekben ismertetett nyolc lehetséges helyzet egyike következhet be. A játék folyamán váltakozva hol az egyik, hol a másik partner indít. Az A partner indítása után a B partner indítása következik. Tegyük fel, hogy a B partner az **1** helyzetbe állította kapcsolóját, és a **0** számjegyet nevezte meg, mire az A partner **0** helyzetbe állítja a kapcsolót, és a Re relé meghúzóáramköre ebben az esetben meg van szakítva. Ha az A partner hisz B-nek, lenyomja az K_3 („Hiszem" feliratú) nyomógombot, és ezáltal létrehozza a következő áramkört: a tápfeszültség pozitív sarka – a Re″ zárt érintkezők – az LV_2 léptetős választógép gerjesztőtekercse – a tápforrás negatív sarka. A pontot a B partner kapja.

A játék addig tart, míg az egyik partner előlapján ki nem gyullad a „Vesztett" felirat, amikor is automatikusan kigyullad a másik partner részére a „Nyert" tábla.

Minden következő játszma megkezdése előtt vissza kell állítani a léptetős relé keféit a kiindulási helyzetbe. Erre való a $K_{tör}$ törlő nyomógomb. A törlés a következőképpen következik be: A $K_{tör}$ gomb lenyomásakor az egyenirányító pozitív sarkát LV_1 és LV_2 bontóérintkezői, L_2 lamellái és mozgóérintkezői (keféi) összekapcsolják a léptetős választógépek gerjesztőtekercsével, aminek következtében ezek a relék meghúznak, és visszatérnek kiindulási helyzetükbe.

Alkatrészek. Ebben a készülékben a nyomógombok bármilyenek lehetnek, a lényeges csak az, hogy egy záróérintkezőjük legyen. A Re relének két átkapcsoló- (morze-) érintkezője van, és 25 V-ra kell meghúznia. A léptetős választógépek ugyancsak 25 V-os típusúak. A $K_{tör}$ törlőgombnak egy záróérintkezője van. A világítótáblákhoz a rádióvevők 26 V-os skálaizzóit lehet felhasználni.

4. A nagy titok megrohamozása

Az izmokban keletkező áramok

A folyosókon és az előadótermekben csendes beszélgetések folynak a világ különböző nyelvein. A kibernetika területén dolgozó tudósok összegyűltek első nemzetközi kongresszusukon, hogy megtanácskozzák az automatikus szabályozás kérdéseit. Az utóbbi években ez a kongresszus volt a kibernetika legreprezentatívabb fóruma. Részt vett rajta a kibernetika atyja is: Norbert Wiener.

Kezdődik a soron következő előadás. Előadás közben hirtelen csönd támad a teremben, az előadó elhallgat. Fellép a pódiumra egy fiatalember, lassan a táblához lép, kezébe vesz egy krétát, és írni kezd: „Üdvözlöm a kongresszus résztvevőit!" Egynéhány percig még csend van a teremben, majd kitör a tapsvihar, amelyet megirigyelnének a legnagyobb sztárok is. Vajon mi ragadtatta el ennyire a tiszteletre méltó tudósokat? A fiatalembernek, aki ezeket az egyszerű szavakat a táblára írta, nem volt keze. Műkézzel írt, s a műkezét bioáramok irányították. A teremben levő tudósok, vendégek és tudósítók tanúi lettek egy új kibernetikai ágazat, a bioelektromos irányítás megszületésének.

A bioelektromos irányítás megvalósítása orosz tudósoknak még a 19. és 20. század közötti századforduló alatt végzett munkája nyomán vált lehetővé. Az elektromiográfia I. N. Szecsenov pétervári laboratóriumában lefolytatott kísérletekkel kezdett kialakulni. A 19. század végén az a kérdés foglalkoztatta a természetkutatókat, hogyan keletkeznek a bioáramok az állatok izmaiban. Sok kísérletet végeztek, hogy megmérjék a bioelektromos jeleket, de minden kísérletük kudarccal végződött. Csak a fiatal orosz tudósnak, Nyikolaj Vvegyenszkijnek, I. N. Szecsenov híres fiziológus tanítványának sikerül végül lehallgatnia az izmok bioáramát.

1883-ban Vvegyenszkij érdekes kísérletet végzett laboratóriumában. Egy telefonkészülék zsinórjának két erét egy-egy vékony gombostűhöz forrasztotta, a gombostűket pedig beszúrta karjának bicepszébe. A füléhez szorított telefonhallgatóból egyenletes zúgást hallott. Amikor lazí-

tott izmain, megnőtt a hangmagasság, az izmok megfeszítése pedig mélyítette a hangot. Ily módon hallgatta le Nyikolaj Vvegyenszkij az izmokban keletkező bioáramokat.

A biopotenciálok, amelyek az izmokban létrejönnek, nagyon gyengék. Amplitúdójuk alig 20...100 milliomod része a voltnak, frekvenciájuk pedig 80...250 Hz. Az ilyen gyenge jelek felerősítéséhez 20...30 ezerszeres erősítésű erősítőkre van szükség, de csak az utóbbi években sikerült ilyen erősítőket készíteni. Abban az időben, amikor Nyikolaj Vvegyenszkij dolgozott, még nem voltak sem rádiócsövek, sem tranzisztorok, a technika nem állíthatta a tudósok rendelkezésére a szükséges berendezéseket. Ezért van az, hogy csak 1957-ben tértek vissza a tudósok a bioáramok problémájához.

Így állapíthatták meg a tudósok, hogy az izmok összehúzódását mindig megelőzi egy elektromos jel. Csak utasítást kell adni az izmoknak, hogy húzódjanak össze, és megváltozik a jel. E jel nagysága az izmok feszültségétől vagy összehúzódásuk sebességétől függ, és maga az ember is tetszés szerint változtathatja. Eszerint a gondolat hozza létre az izmok összehúzódását és a bioelektromos jelek fellépését.

1957-ben szovjet mérnökök és orvosok egyesítették erejüket, és kutatni kezdték, hogyan lehetne bioelektromos irányítórendszereket létesíteni. Ennek eredményeképpen készült el a kéz izmairól levehető biopotenciálokkal vezérelt műkéz. Az igaz, hogy az első erősítő, amely alkalmas volt a bioáramok felerősítésére, akkora volt, mint egy ebédlőasztal. A bioáramok akkori kísérleti erősítője a programvezérlésű szerszámgépektől kölcsönzött léptetőmotort vezérelte. Ez a motor mozgatta azután a műkezet.

A hatalmas szerkezeti méretek ellenére a legfontosabb valósult meg abban az időben: sikerült elvileg megoldani egy olyan problémát, amelyre még a legmerészebb fantasztikus regények szerzői sem gondoltak, nevezetesen azt. hogy a bioáramokat hogyan lehet felhasználni mechanikai mozgások irányítására. Egyszerű, de roppant lebilincselő kép alakult ki: a gondolat (a kimondatlan kívánság) utasítást ad az izmok összehúzódására, és az izmokban létrejönnek a bioáramok, amelyek azután felerősítve vezérelni tudják a kéz mechanikai modelljét (a műkezet). Az akkori berendezések nagy méretei miatt persze a gyakorlatban még nem lehetett hasznosítani a felfedezést. Közben azonban múlt az idő. Az elektroncsöves erősítőket a használatból lassanként kiszorították a félvezetők. A tranzisztorokkal lényegesen kisebb elektronikus készülékeket lehet építeni.

A kéz elvesztése tragikus következményekkel járhat. Az ember utolér-

hetetlen eszközt veszít el vele. Aki elvesztette a kezét, az már nem lehet se kovács, se esztergályos, se földművelő. Ennél több is elvész azonban. Zsákutcába kerül az agy teremtőereje. A cselekvéstől mintegy megfosztott képzelet nem szülhet sem egy Newtont, sem egy Rahmanyinovot, sem egy Repint. Ezért az emberiség évszázadokon át lankadatlan buzgalommal kereste a kéz pótlásának lehetőségeit.

És lám, mintha világosság gyúlt volna a sötétségben. Ma már készíthetők bioelektromos vezérlésű műkezek. Az a sok ezer ember, aki elveszítette kezét, visszatérhet az alkotó munkához, megbízhat erejében, megismerheti az alkotás örömét.

Az első műkezek vezérléséhez szükséges erősítőket egy övre szerelték. Ma már a bioáramok felerősítésére olyan erősítők készülnek, amelyeket a műkéz belsejében lehet elhelyezni. Bioelektromos műkezek előállításáért 1970-ben állami díjban részesült egy szovjet tudós.

E felfedezés jelentőségéről nagyon szemléletesen beszél „Az Isten és a Gólem" című legutolsó könyvében Norbert Wiener, a kibernetika atyja.

„Képzeljük el – írja Wiener –, hogy valakinek hiányzik a kézfeje. A kézfejjel együtt izmokat is elveszített, olyanokat, amelyekkel összeszorította vagy szétfeszítette ujjait, az izmok nagy része azonban, amelyekkel a kezét mozgathatta, megmaradt a könyökrész csonkjában... Az utóbbiak már nem mozgathatják ugyan a hiányzó kézfejet és ujjakat, de létrehozhatnak bizonyos elektromos hatásokat, működtető potenciálokat, amelyek megfelelő elektródákkal kivezethetők, majd tranzisztoros áramkörökkel felerősíthetők és átalakíthatók. Ezekkel a potenciálokkal lehet vezérelni a műkéz mozgatására szolgáló és galvántelepről vagy akkumulátorról táplált miniatűr elektromotorokat... A vezérlőjelek előállítója rendszerint az idegrendszer középső része... Ilyen műkezek már készültek Oroszországban, sőt lehetővé is tették néhány rokkantnak a termelőmunkához való visszatérést."

A bioelektromos irányítórendszereket azonban a mesterséges végtagokon kívül más területeken is fel lehet használni.

A mai kozmonauták könnyen elképzelhetik a következő helyzetet. Az űrhajó készen áll a felbocsátásra. Néhány másodperc, és indul. Egy gombnyomásra a rakétahajtómű már röpíti is a magasba. Leküzdhetetlen erő szorítja le a kozmonautát a karosszékbe. A sokszorosára megnövekedett nehézség megbénítja a testét. A túlterhelés lehetetlenné teszi a felbocsátáskor az űrhajó irányítását.

Gondolkozóképességét megtartja az űrhajós, de az indítás pillanatában keletkező túlterhelés miatt fizikailag képtelen az irányításra. Képzeljük el, hogy a felkarján és az alkarján bioelektromos átalakítók van-

nak. A kigondolt utasítás az elektromos jellel együtt bejut a bioáramok erősítőjébe. A készülék felerősíti ezeket az áramokat, és felhasználja őket valamilyen mechanikai hajtások vezérlésére.

A hengersorok vagy más berendezések kezelői sokkal gyorsabban reagálhatnának minden változásra, ha bioelektromos irányítórendszer is a rendelkezésükre állna.

Most pedig megkérjük a kezelő személyt, álljon fel karosszékéből és menjen arrébb néhány méterrel vagy akár ezer kilométerrel. Közte és az irányítandó berendezés között vezetékes, vezeték nélküli bioelektromos kapcsolatot létesítünk, és a szükséges helyen felszerelt mechanikai kezek kissé lelassítva ugyan, de pontosan fogják követni az élő kezek mozdulatait. A manipulátor mozgásának szabályozásához visszacsatoló rendszer is szükséges, például a manipulátornál egy televíziókamerát, a kezelőnél pedig egy televízióvevőt kell felállítani, hogy ellenőrizhesse a műkezek mozgását.

A közölt példa jól érzékeltette a bioelektromos irányítás alkalmazási területét. A mai technikának új rádiótechnikai eszközök is állnak a rendelkezésére, olyanok, amelyekkel egyszerű és megbízható bioelektromos irányítórendszereket lehet megvalósítani.

Ma már egy közepes képzettségű rádióamatőr is összeállíthat bioelektromos rendszert. A bioelektromos rendszer bemutatása mindig a lehető legnagyobb érdeklődést váltja ki a jelenlevőkből.

A bemutató személy, a demonstrátor egy olyan gumikesztyűt húz fel a kezére, amelyben elektródák vannak a bioáramok kivezetésére. A kéz izmainak láthatatlan összehúzódásával egy város makettjén felállított kis egysínű vasút mozdonya bekapcsolja fényszóróit, lassan megindul, és fokozatosan gyorsul. A zárt pályán nagy sebességgel mozog a vonat, még egy izomfeszítés, és simán megáll a vonat.

Ugyanígy lehet utasítani gondolatban a vonatot a mozgásirány megváltoztatására is. A bioelektromos rendszer működését egy működőképes maketten mutattuk be; a vasútvonallal és egysínű vasúttal felszerelt makett 1200×600 mm nagyságú volt, és 1:100 léptékben ábrázolta a város egy részét. Egy átkapcsolóval át lehet kapcsolni a bioáramok erősítőjét az egysínű vasút vezérléséről a kétsínű vasút vezérlésére vagy fordítva.

Mielőtt elmondanánk, hogyan tudunk magunk is összeállítani egy ilyen bioerősítőt, néhány szót kell ejtenünk arról, hogy miképpen vezethetjük ki kezünk izmaiból a bioelektromos jeleket. A kivezetett jel amplitúdója egyenesen arányos az izmok összehúzására fordított munkával. A jelek elvezetéséhez elektródákat készítünk, vagyis ólom- vagy rézfóli-

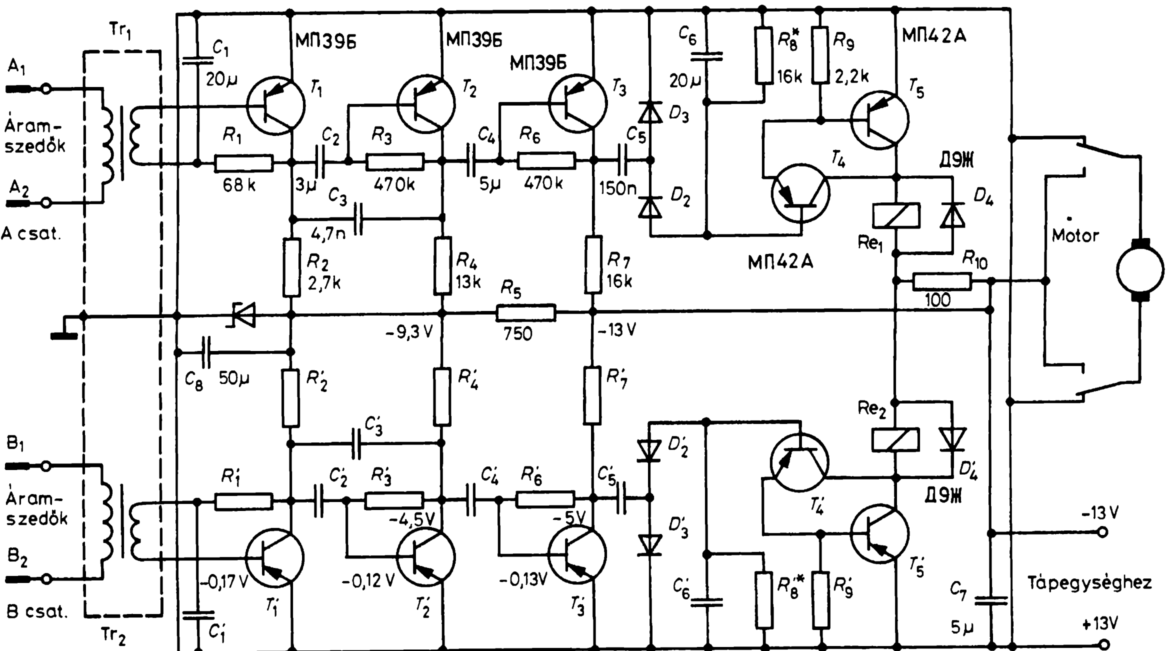
ából lemezeket vágunk ki, és árnyékolt huzalt forrasztunk hozzájuk. A többerű árnyékolt huzal végére háromcsapos csatlakozót szerelünk. Testünknek azt a részét, ahol el akarjuk helyezni az elektródákat, vagyis ahonnan el akarjuk vezetni a biopotenciált, mossuk le alkohollal, hogy eltávolítsuk róla a faggyúmirigyek zsíros termékét. Az alkarunkra tegyük az elektródákat, és gumizsinórral rögzítsük őket. A túlságosan feszesre megkötött gumizsinór akadályozhatja az izmok működését, ezért ügyeljünk arra, hogy különösebb erőfeszítés nélkül mozgathassuk izmainkat.

A bioelektromos vezérlőrendszer (52. ábra) három részből áll: egy feszültségerősítőből, egy detektorból és egy egyenáramú erősítőből (ez az utóbbi alkotja egy relével együtt a beavatkozószervet). A három rész együttesen egy közös szerkezeti egységet képez.

A beavatkozószerv elektromotorja (a vasúti kocsit vontató motor) mind a két irányban foroghat, ezért két egyforma áramköri és szerkezeti felépítésű (A és B) csatornára van szükség. A B csatorna megegyezik az A csatornával. A kis áramszedők (A_1 és A_2) átveszik az izmokról és az A csatorna erősítőjének bemenetére vezetik a jeleket. A mozgatáshoz, amint ismeretes, több (legalább két) izom működése szükséges. A B_1 és B_2 áramszedők egy másik izomról veszik le a potenciált (nem arról, amelyről az A_1, A_2 áramszedők). A B_1, B_2 áramszedőkkel levett jel az egység erősítőjének másik bemenetére kerül (a B csatornában).

Ily módon a két erősítő bemenetére érkeznek a két izom összehúzódásakor keletkező jelek. Az egyik jel a kezet behajlító, a másik jel a kezet kiegyenesítő izomról származik. Az egyik jel előremenetre, a másik hátramenetre ad utasítást. Aszerint, hogy melyik izom szolgáltatja a nagyobbik jelet, a megfelelő erősítő kimenetén nagyobb feszültség jelenik meg. A motor forgásiránya attól függ, hogy mekkora az erősítők kimenetén a feszültség. Ha az A_1, A_2 áramszedőkről kapott bioelektromos jel nagyobb a B_1, B_2 áramszedők jelénél, az erősítő Re_1 reléje húz meg, és a motor megindul az egyik irányban. Ha a jelszint a B_1, B_2 áramszedőkön meghaladja az A_1, A_2 áramszedők jelszintjét, a motor megváltoztatja forgásirányát.

A feszültségerősítő három МП 39 Б tranzisztort tartalmaz. A bemenetén levő Tr_1 transzformátor 1 : 20 áttételű, és permalloy árnyékolás veszi körül, hogy minél kisebb mértékben érvényesülhessenek a külső elektromágneses zavarok. Primer tekercseléséhez csatlakoznak az áramszedők, vagyis a vékony lemezek, amelyeket vezetőképes pasztával kell bevonni. Ez a paszta két rész glicerin, egy rész alkohol és két rész nagyon finom csiszolópor keveréke. A transzformátor primer tekercse és az



52. ábra
A bioelektromos vezérlőrendszer elvi kapcsolási rajza

áramszedők közötti összekötő huzalt gondosan árnyékolni kell. A transzformátor szekunder tekercsének egyik kivezetése a T_1 tranzisztor bázisához, másik kivezetése pedig a C_1 elektrolitkondenzátoron keresztül a tápvezeték földelt ágához csatlakozik.

A szekunder tekercsről levett jel az emitterkapcsolású T_1 tranzisztor bázisára kerül. E tranzisztor kollektorköri R_2 ellenállásáról tovább halad a jel, mégpedig a C_2 leválasztó kondenzátoron keresztül a T_2 tranzisztor bázisára, a C_4 elektrolitkondenzátoron keresztül pedig a feszültségerősítő harmadik fokozatának T_3 tranzisztorára.

A feszültségerősítő teljes erősítése körülbelül 11 000-szeres, érzékenysége 30...40 μV. Frekvenciaátvitelének javítása végett a második fokozatban negatív visszacsatolást létesít a C_3 kondenzátor és az R_3 ellenállás. A T_3 tranzisztor kollektorellenállásáról a felerősített jel a C_5 kondenzátoron keresztül a D_2 és D_3 diódából megépített egyenirányítóra (detektorra) kerül. A lüktetések kisimítására egy elektrolitkondenzátor (C_6) csatlakozik a detektor kimenetéhez. A detektor kimenő jelét az MП 42 A típusú T_4 és T_5 tranzisztorokkal működő egyenáramú erősítő erősíti. A T_5 tranzisztor kollektorkörében levő relé vezérli az M elektromotor működését.

Ha a két csatorna bemenetére egyenlő nagyságú jelek érkeznek, a Re_1 és Re_2 relé egyidejűleg is meghúzhatnának. Ennek megakadályozására van beiktatva az R_{10} ellenállás a T_4T_5 és $T_4'T_5'$ tranzisztorokból álló egyenáramú erősítők tápkörébe. Az erősítőt egy 12 V-os akkumulátortelep táplálja.

Szerkezetileg a feszültségerősítőt, a detektorokat és az egyenáramú erősítőket egy 40 × 85 mm méretű, fóliaborítású textolitlemezre szereljük. A feszültségerősítőben 80...100 erősítési tényezőjű tranzisztorokat használunk. A D_2 diódák Д2, Д9 típusúak lehetnek, és záróirányban legalább 1,5 MΩ legyen a rezisztenciájuk. A motor ДП–1–13 típusú lehet.

A bioáramok erősítőjének beállításaihoz egy hanggenerátorra és oszcilloszkópra van szükség. Ezzel az erősítővel egyébként nemcsak az egysínű vasutat lehet vezérelni, hanem sok más készüléket is, olyant, amelyet elektromotor hoz mozgásba.

A könyvünk elején ismertetett robot is vezérelhető a bioáramok erősítőjével. Ilyen erősítőt kis modellgépkocsik vezérléséhez is felhasználhatunk.

Könnyen elképzelhető egy olyan autópálya, amelyen bioerősítőkkel vezérelt kis versenyautók versenyeznének egymással. Annak a kis ver-

senykocsija nyerné meg a versenyt, aki a legügyesebben tudja használni karizmait.

A bioerősítőknek rendkívül nagy az alkalmazási területük. Nincs messze az az idő, amikor a bioerősítőkkel a legnagyobb mechanizmusokat is minimális erőkifejtéssel vezérelheti az ember.

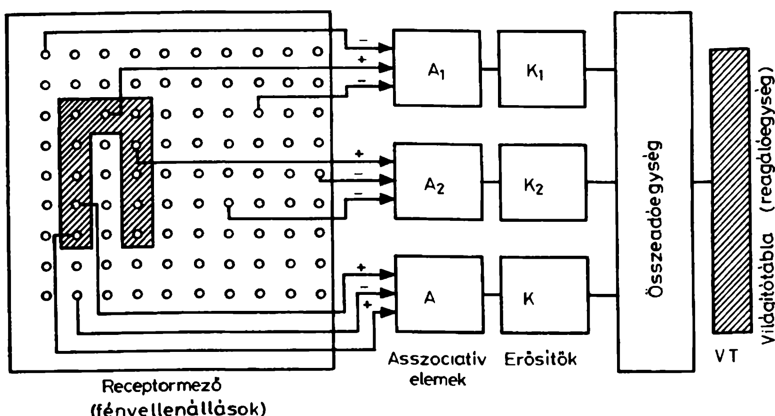
A látó marslakó

Az emberi agynak számos jó tulajdonsága van, többek között az, hogy tanulékony. Az egyszer megtekintett ábrát hosszú ideig megtartjuk emlékezetünkben, és a továbbiak során akkor is felismerjük, ha közben kissé megváltozott. Ismerőseinket évek múlva is megismerjük, különböző rajzolatú számjegyeket és betűket tartunk emlékezetünkben. Gyakorlati tevékenységeinkben is a felismert jelektől függően hozunk döntéseket.

Más a helyzet az adott program szerint működő kibernetikai gépekkel. Programjukba bevihetők olyan utasítások, amelyek valamilyen ábrák felidézésén alapulnak. Elég azonban alig csak egy kissé megváltoztatni az ábrát, és a gép felmondja a szolgálatot, vagy pontatlan információkat kezd kiadni.

Amikor algebrai feladatok megoldásán törjük a fejünket, minden fáradság nélkül különböztetjük meg egymástól az *A* és a *B* vagy a *B* és a *C* betűt. Amikor meglátunk egy *A* betűt, biztonságosan felismerjük, akár egy könyvben szépen kinyomtatva, akár egy füzetben pontatlanul leírva jelenik meg előttünk.

Vonzó gondolat egy olyan gépet építeni, amely az emberhez hasonlóan felismerné a számjegyeket és egyéb jeleket. Ilyen műszaki berendezésekre már ma megvan az igény. A modern számítógépek megjelenése szokatlanul nagy mértékben bővítette ki az ember lehetőségeit. Csakhogy az elektronikus gépek nem elégítik ki az embert, megkövetelik, hogy az ember szorosan együttműködjön velük. Olyan gépre van szükség, amely önállóan olvassa az embertől megkapott képleteket és rajzokat, vagyis amely a programozó segítsége nélkül képes lefordítani ezeket a képleteket és rajzokat a maga nyelvére. Ezért kellenek a perceptronok. A felismerő gépek elnevezése (perceptron) a latin perceptio = megértés, megismerés szóból származik. Maga a gép egy érzékelőmezőt, fényellenállásokból – fotodiódákból vagy fototranzisztorokból – álló hálózatot tartalmaz, és minden egyes fényellenállása csak két – gerjesztett vagy gerjesztetlen – állapotban lehet aszerint, hogy kap-e fényt vagy a kérdé-



53. ábra
A perceptron funkcionális kapcsolási rajza

ses ábra körvonalainak árnyékába kerül (53. ábra). Mindegyik fényellenállás ún. asszociatív elemekhez csatlakozik. Az utóbbiaknak több bemenetük és egy kimenetük van. Feladatuk a bemeneteikre érkező jelek algebrai összegezése, majd az előállított összeg összehasonlítása a mindegyikükre előre beállított küszöbértékkel. A küszöbértéket meghaladó szint gerjeszti az elemet, ha pedig a szint a küszöbérték alatt marad, gerjesztetlen állapotban marad az elem. A fényellenállások véletlenszerűen csatlakoznak az asszociatív elemekhez, vagyis ez a kapcsolat tetszés szerinti lehet. Az elemek között ily módon véletlenszerűen létrejött kapcsolat, a továbbiakban azonban már állandósul a perceptronban.

Az asszociatív elemek kimenetéről kapott jelek elektronikus erősítőkbe kerülnek, és az erősítők valamilyen pozitív vagy negatív együtthatóval megszorozzák őket. Miközben „tanul" a perceptron, vagyis az „oktatás" folyamán változhatnak ezek az együtthatók. Az erősítők kimenő jele egy összegezőbe kerül, hogy összegezni lehessen a keletkező jeleket. A kapott összeg egyaránt lehet pozitív is és negatív is, és értékét bizonyos jelelemek, például egy kis lámpa regisztrálja.

Az ilyen felépítésű perceptron két különböző mintát, ábrát képes megkülönböztetni egymástól, mégpedig a következőképpen. A mintát, például a 3 számjegy képét rávetítjük a fényellenállások hálózatára. Néhány szorzóerősítő beállításával elérhetjük, hogy a 3-as számjegy vetítésekor mindig pozitív legyen az összegező kimenetén kapott összegjel, vagyis hogy kigyulladjon a lámpa. Más szorzóerősítőket viszont úgy ál-

líthatunk be, hogy amikor az 5-ös számjegyet vetítjük a fényellenállások mezejére, csak negatív összegjelet kaphassunk. Ezzel „kioktattuk" a perceptront. Az égő lámpa arról tanúskodik, hogy a perceptron felismerte a 3-as számjegyet. Az 5-ös számjegy vetítésekor kialszik a lámpa. A bonyolultabb felépítésű perceptronokat több minta megkülönböztetésére is meg lehet tanítani. Ily módon tanulásra képes gépet kapunk.

Szerkezeti felépítésében az ilyen perceptron kissé hasonlít az ember központi idegrendszeréhez. A fényellenállások hálózata az emberi szem érzékeny elemeire emlékeztet. Az asszociatív elemek bizonyos mértékben a neuronoknak, vagyis az idegsejteknek felelnek meg, mert az utóbbiak is küszöbhatás alapján működnek, vagyis abban az esetben reagálnak, ha a bemenő jelük meghalad valamilyen küszöbértéket.

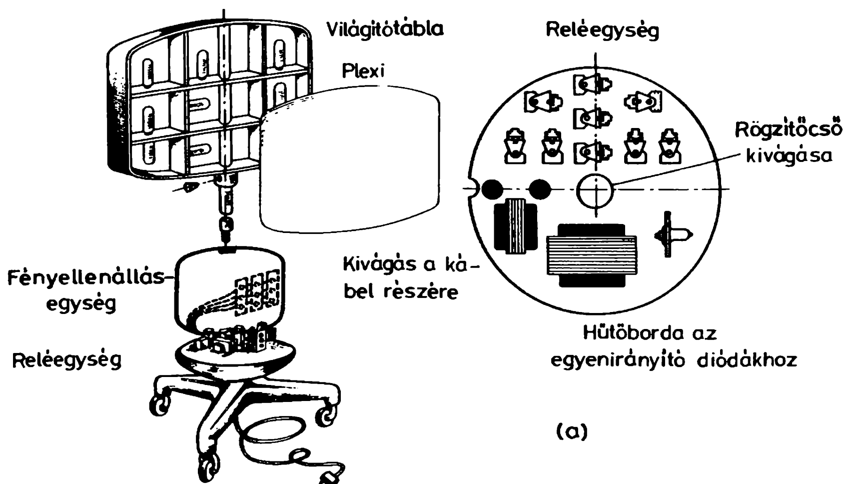
Most pedig megismertetjük az Olvasót a Marslakónak nevezett perceptron működési elvével.

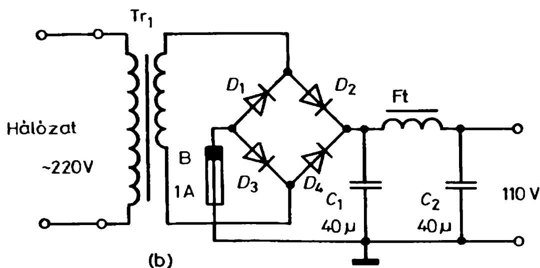
Szerkezetileg három egységből épül fel: az érzékelősejtet alkotó fényellenállások egységéből, az asszociatív elemek modelljét alkotó reléegységből és az információt szolgáltató világító mintamezőből. Külsejét tekintve a perceptron egy megnyújtott félgömb (54. ábra), amelyet alumínium lemezből lehet elkészíteni, és amelyet három csavarral egy háromlábú állványra szerelünk.

A félgömbben a fényellenállások egysége, a reléegység és egy egyenirányító van elhelyezve. A fényellenállásokat egy 130 × 40 mm méretű alu-



54. ábra
A perceptron működőképes Marslakó-modelljének külseje



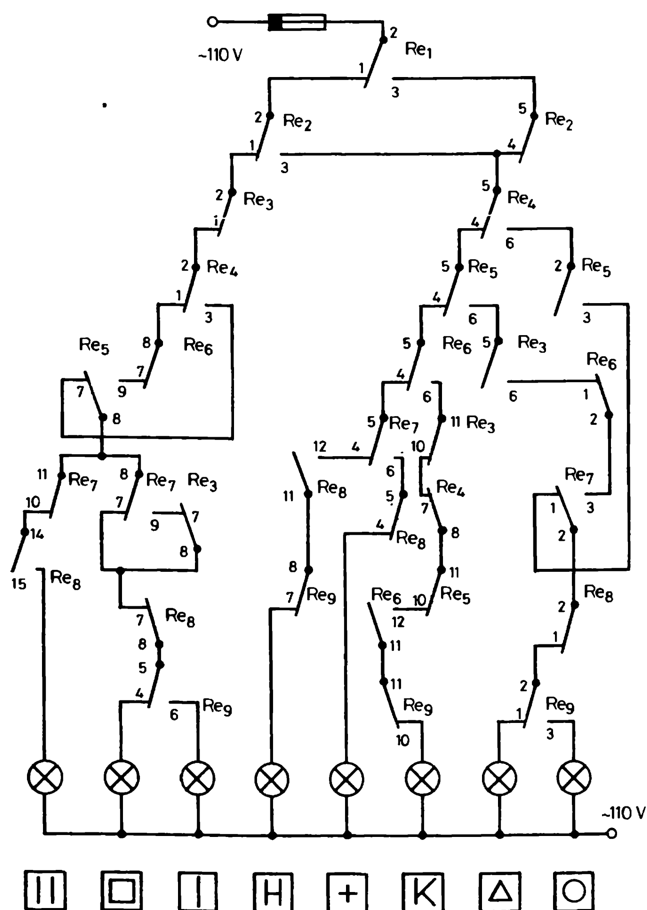


55. ábra

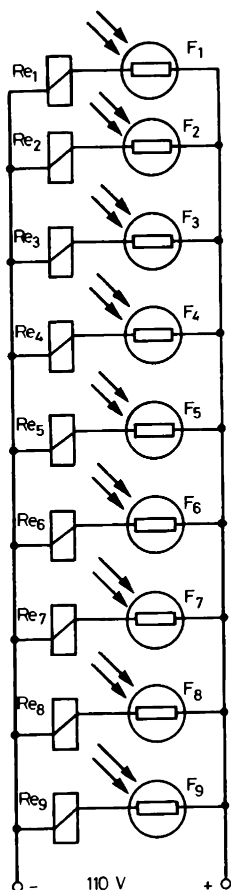
A Marslakó nevű perceptron szerkezeti felépítése és alkatrészeinek elhelyezése (a), és a tápegység kapcsolási rajza (b)

mínium lemezen helyezzük el. Ezek a fényellenállások nyolccsaposak, oktálfoglalatúak és oktál típusú csőaljzatokban rögzíthetők. A készülék huzalozásához 0,35 mm-es sokerű huzalra van szükség.

A huzalozás befejezése után a csőfoglalatokat tartalmazó szerelvénylapot M3 csavarokkal hozzáerősítjük a készülékházhoz, majd bejelöljük és kifúrjuk a készülékház furatait. Ügyeljünk arra, hogy a készülékházban levő furatok kissé nagyobbak legyenek a fényellenállások üvegborítású nyílásainál, ugyanis a fénynek teljesen meg kell világítania a fényellenállást. A reléegységet egy kör alakú, 315 mm átmérőjű alumínium lemezre szereljük, és itt helyezzük el az egyenirányító alkatrészeit (a transzformátort, a fojtótekercset, az elektrolitkondenzátorokat).



~110 V
Re_1
Re_2
Re_2
Re_3
Re_4
Re_4
Re_5
Re_5
Re_5
Re_6
Re_6
Re_3
Re_6
Re_7
Re_3
Re_7
Re_7
Re_3
Re_8
Re_4
Re_7
Re_8
Re_8
Re_9
Re_6
Re_5
Re_8
Re_8
Re_9
Re_9
Re_9
~110 V



1	2	3
4	5	6
7	8	9

Fényellenállás-tábla

Kör:2, 4, 6, 8
Háromszög: 2, 7, 8, 9
Plusz: 2, 4, 5, 6, 8
„I":1, 2, 3, 5, 8
Négyzet:1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
„H":1, 3, 4, 5, 6, 7, 9
„K":1, 3, 4, 5, 7, 9
„II":1, 2, 3, 4, 6, 7, 9

56. ábra

A Marslakó perceptron elvi kapcsolási rajza

A relék gerjesztőtekercsének rezisztenciája 2000 Ω, a tekercselőhuzal 0,1 mm-es zománcozott. A reléket és az egyenirányító alkatrészeit az 55. ábra szerint kell elrendezni.

A készülék táplálásához egy 110 V-ot szolgáltató egyenirányítóra van szükség. Közönséges kétutas kapcsolást alkalmazunk. Az egyenirányítók réz hűtőtömbre szerelt, Д303 típusú diódák. Az egyes hűtőtömbök felülete 6 cm^2 legyen. A transzformátor vasmagját E 25 × 25 lemezekből állítjuk össze. A primer tekercs 0,32 mm-es huzalból 1720, a szekunder tekercs pedig 0,5 mm-es huzalból 940 menetet tartalmaz. Az Ft fojtótekercset úgy készíthetjük el, hogy 0,3 mm-es zománcozott huzalból egy E 20 × 20 vasmagra 300 menetet tekercselünk.

A világító mintamező (a reagálóegység) egy 4 mm-es plexiből kivágott ovális ernyő. 110 V-os, 15 W-os izzólámpákat alkalmazunk benne.

Amint az elvi kapcsolási rajzból látható (56. ábra), az F_1 fényellenállás a Re_1 relével, az F_2 fényellenállás a Re_2 relével stb. van sorosan öszszekapcsolva. A beeső fény hatására az F_1 rezisztenciája hirtelen lecsökken, úgyhogy a Re_1 relé meghúz. Hasonló a helyzet akkor is, amikor más fényellenállásokra jut fény.

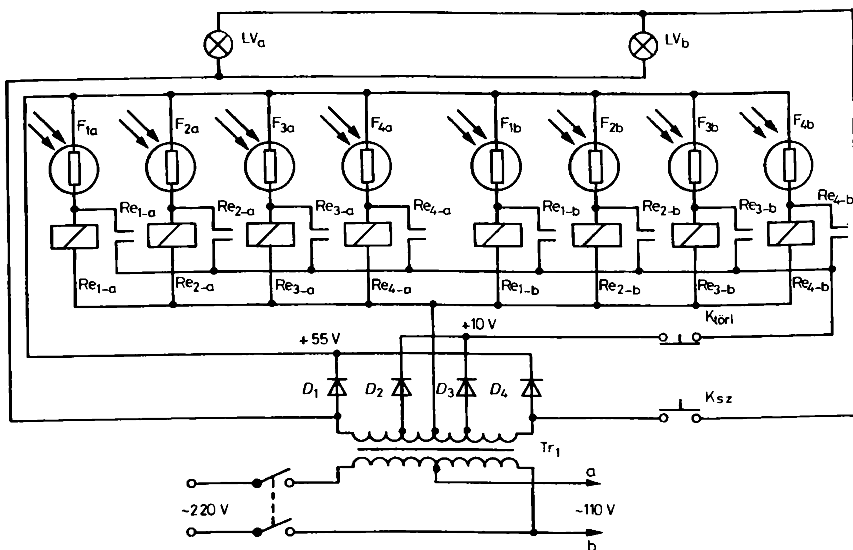
A relék érintkezőcsoportjai úgy kapcsolják az áramköröket, hogy a felismert mintát megvilágító lámpa gyulladjon ki.

A „Marslakót" rádióamatőrök építették meg, és működőképes perceptronmodellt készítettek belőle. Mint szemléltető modell, ez a készülék jól felhasználható a perceptron alapjául szolgáló elgondolások és elvek bemutatására és megértetésére.

Aki érdeklődik Marslakónk iránt, és szeretné megépíteni magának, próbálja meg kissé kibővíteni a konstrukciót, építsen bele tárolókat, tanítsa meg több minta megkülönböztetésére.

A Szverdlovszki Úttörőház rádióamatőrei megépítettek egy újabb kibernetikai gépet, egy olyan perceptront, amely nemcsak felismeri a számjegyeket, hanem számtani műveleteket is végez velük. „Villámnak" nevezték el, és megtanították négy számjegy (1, 2, 3, 4) felismerésére. A készülék egyidejűleg két számjegyet képes felismerni, de ez a két számjegy egyforma is lehet. Ha az előbbi számsorból két, tetszés szerinti számjegyet mutatunk neki, mindjárt össze is adja vagy megszorozza őket egymással. A műveletek eredményét elraktározza a memóriájában a készülék.

A Villám egyszerű felépítésű, nem tartalmaz olyan alkatrészt, amelyet ne lehetne beszerezni, és nehézségek nélkül lehet összeállítani a fiatal kibernetikusok szakköreiben. Felismerő-, feladatmegoldó egységből, tápegységből és kijelzőből épül fel. Az 57. ábrán egy perceptron felisme-



57. ábra

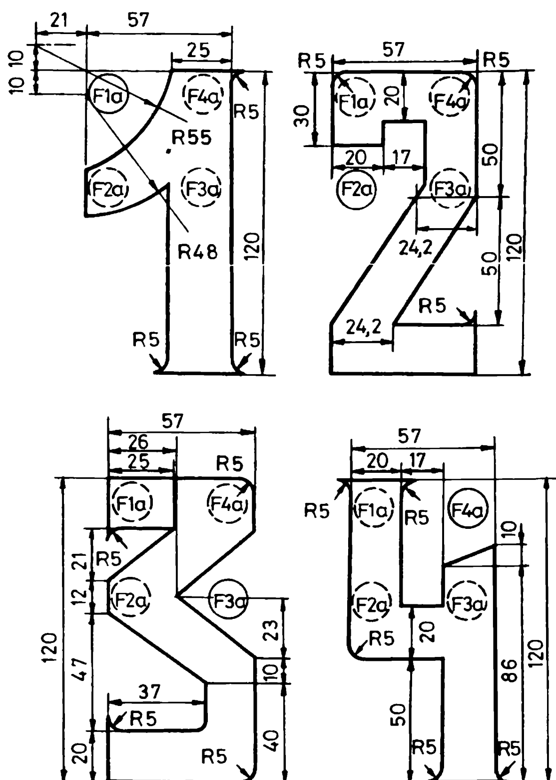
A Villám nevű perceptron felismerőegységének elvi kapcsolási rajza

rőegységének elvi kapcsolási rajza látható. Magának a perceptronnak (az összeadandó vagy összeszorzandó számjegyek számának megfelelően) két egyforma csatornája van. Az első csatorna elemei a, a második csatornáé b indexet kaptak.

A perceptron receptorait két fényellenállás-mátrix alkotja. Az a mátrix az F_{1-a}, F_{2-a}, F_{3-a} és F_{4-a}, a b mátrix pedig az F_{1-b}, F_{2-b}, F_{3-b} és F_{4-b} fényellenállásokat tartalmazza. Az 58. ábrán bemutatjuk az egyik mátrixot és számjegyeinek elrendezését. Amint látjuk, mindegyik számjegynek megvan a maga nyitott fényellenállása: például az 1 számjegynek az F_{1-a}, a 2 számjegynek az F_{2-a} fényellenállás felel meg. Mindegyik fényellenállással sorba van kapcsolva egy vele azonos sorszámozású relé (l. az 56. ábrát).

A megvilágítás hatására lecsökken a fotoellenállás rezisztenciája. Legyen például az a mátrixon (58. ábra) az 1-es, a b mátrixon pedig (57. ábra) a 3-as számjegy. Ha most lenyomjuk a K_{sz} számlálógombot, felgyulladnak a LV_a és LV_b világítólámpák, lecsökken az F_{1-a} és F_{3-b} fényellenállások rezisztenciája. Meghúznak a Re_{3-b} relék, a világítólapon kigyullad a megfelelő lámpa.

Így tehát a Villám felismeri a bemutatott számjegyeket. Amint látjuk,



58. ábra

A mátrix a rajta elhelyezett számjegyekkel

az asszociáló cellák egybeolvadtak az effektorral, és a teljes egység a Re_{1-a}, Re_{4-a}, Re_{1-b} relékkel működik. A bemutatott számjegyeket e relék záróérintkezői tárolják. A relé, amint meghúzott, zárja a nyugalmi állapotban nyitott érintkezőit, és összeköti gerjesztőtekercsét a tápforrással, aminek következtében függetlenné válik a fényellenállástól. Ezután már el lehet engedni a K_{sz} nyomógombot, a LV_a, LV_b lámpák kialszanak, de a gép megtartja emlékezetében a bevitt számjegyeket, mert a relé bekapcsolva tartja gerjesztését. Hogy a gép törölje emlékezetéből a meglátott számjegyeket, le kell nyomni a $K_{törl}$ nyomógombot. Ezáltal a relé érintkezői kikapcsolják a táplálást, és a gerjesztőtekercs árammentessé válik.

A modell összeadó- és szorzóegysége a Re_{1-a}, Re_{4-a}, Re_{1-b}, Re_{4-b} relék záróérintkezőivel működik. Mindegyik relének hat-hat záróérintkezője van. Bármelyik relé meghúzása azt jelenti, hogy a megfelelő számjegy bekerült az összeadó- és szorzóegységbe. Az egység elvi kapcsolási rajza az 59. ábrán látható.

Lássuk először, hogyan ad össze az egység. A K átkapcsolót az összeadáshoz az „Összeg", a szorzáshoz a „Szorzat" helyzetbe kell állítani.

Egy konkrét példán fogjuk követni az összeadó- és szorzóegység működését. Legyen a gépnek bemutatott két számjegy a 2-es (a csatorna) és a 4-es (b csatorna). Ebben az esetben a Re_{2-a} és a Re_{4-b} relé húz meg. Amikor a K átkapcsoló az „Összeg" helyzetben van, a feszültség ily módon – amint a kapcsolási rajzon látjuk – a L_6 lámpára jut, ez a lámpa felgyullad, és megvilágítja a világítótáblán a 6-os számjegyet. Ha viszont a „Szorzat" helyzetbe állítottuk a K átkapcsolót, a 8-as számjegyet megvilágító L_8 lámpa kap feszültséget. Hasonlóképpen működik az egység más esetekben is.

Szerkezeti felépítés és alkatrészek. Szerkezetileg a „Villám" két részből áll: a logikai egységből és a képernyőből (világítótáblából).

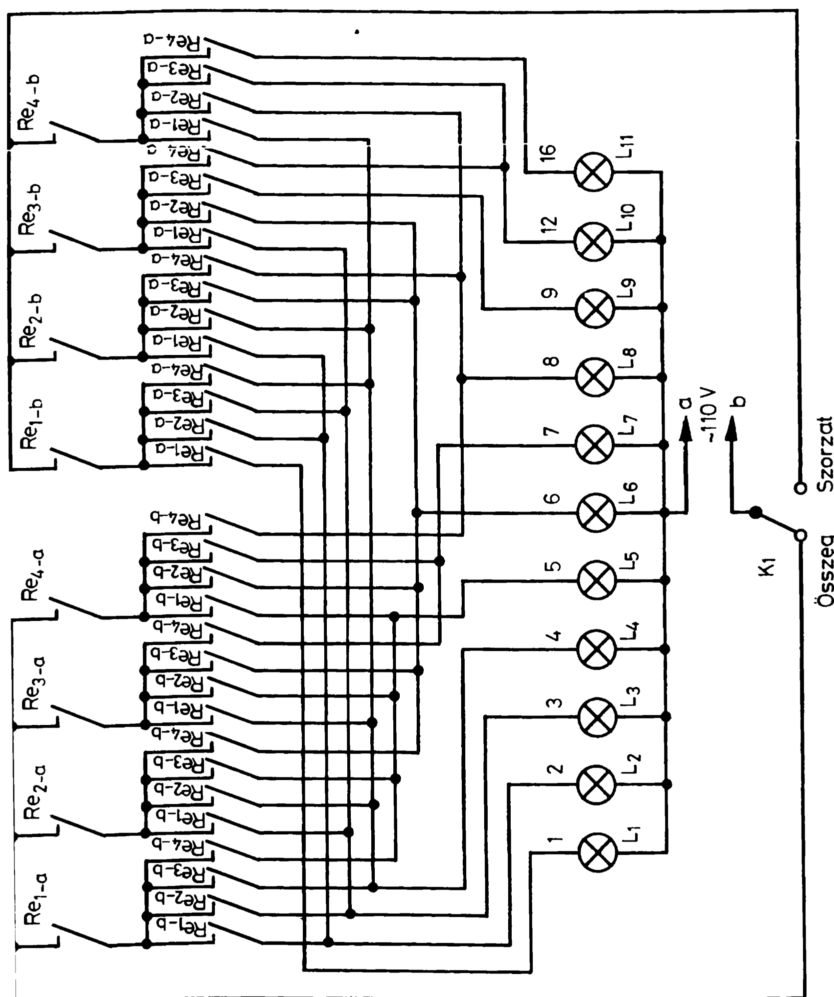
A logikai egységben helyezzük el a reléket, a fényellenállásokat, a hálózati transzformátort, a diódákat és a gépbe bevitt számjegyek megvilágítására szolgáló lámpákat. Az itt használt relék gerjesztőtekercsének rezisztenciája 600 Ω.

A fényellenállások rögzítéséhez nyolccsapos (oktál) csőaljzatokat használunk. Egy 1,5 mm-es alumínium lapra szereljük őket. Ha éppen nincs alumínium lemezünk, 1 mm-es vaslemez is megfelel.

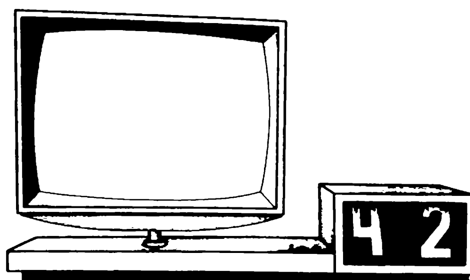
A Villám fényellenállásai ФСК–Г2 típusúak. Ha nem kapunk ilyeneket, másfajtával is próbálkozhatunk, de előbb vizsgáljuk meg őket. A LV_a és LV_b világítólámpák teljesítménye 15 W. A fényellenállás és a lámpa közötti távolság 150 mm.

Ha a relé nem húzna meg, cseréljük ki olyanra, amelynek kisebb a meghúzási árama, vagy pedig növeljük meg a világítólámpák teljesítményét. A tápegységben szükséges feszültségek: 110 V váltakozófeszültség a kijelzőlámpákhoz, 110 V váltakozófeszültség a világítólámpákhoz, 55 V egyenfeszültség a relékhez és a fényellenállásokhoz, 10 V egyenfeszültség a relék tartóáramának fenntartására. Az egyenirányító kétutas, középleágazásos kapcsolású, Д226 típusú diódákat tartalmaz. E diódák helyett a Д7Ж típusúak is megfelelnek. A világítólámpákat a transzformátor szekunder tekercséről tápláljuk.

A válaszok kijelzéséhez van szükség a képernyőre. Ezt az ernyőt 2,5 mm-es plexilemezből vágjuk ki, és csiszolópapírral homályosítjuk,



59. ábra
Az összeadó- és szorzóegység elvi kapcsolási rajza



60. ábra

A Villám nevű perceptronmodell

vagy opál plexit használunk. Ez a lemez alkotja a síkfelületű átlátszatlan burkolat előlapját. A burkolat mélysége 70 mm. Az 1,5 mm-es alumíniumból kialakított burkolatot tizenegy átlátszatlan cellára osztjuk fel. A felső sorban hat, az alsóban öt cellát helyezünk el. Az első kilenc cella mérete 100 × 100 mm, a két utolsó 100 × 150 mm. Mindegyik cellába behelyezünk egy-egy kijelzőlámpát, és a cellák előtti plexire ráragasztjuk a fekete papírt, amelyen kivágással ábrázoltuk a megfelelő számjegyeket. A lámpa felgyulladása után a számjegynek éles fénnyel kell világítania. Az első cella jelzi az 1-es számjegyet, a második a 2-est sít., egészen a kilencedik celláig. A tizedik cella a 12., a tizenegyedik pedig a 16. számot jelzi. A mátrixra helyezett számokat bármilyen tömör, átlátszatlan anyagból vághatjuk ki, az 58. ábrán megadott méretekben. A Villám perceptonmodellt a 60. ábra mutatja.

Szovjet tranzisztorokat helyettesítő típusok

Szovjet típus	Helyettesítő típus	Szovjet típus	Helyettesítő típus
ГТ 115 А	AC 107	ГТ 402 И	AC 152
ГТ 115 Г	AC 122	ГТ 402 И	AC 184
ГТ 305 Б	AFY 29	ГТ 402 Е	AC 188
ГТ 305 В	AFY 13	ГТ 403 Б	ADP 665
ГТ 309 Б	AF 178	ГТ 403 Б	AD 152
Г 309 Б	AFZ 11	ГТ 403 Б	AD 164
ГТ 313 А	AFY 11	ГТ 403 Б	ASY 80
ГТ 322 Б	AF 426	ГТ 403 Б	ASY 76
ГТ 322 Б	AF 427	ГТ 403 Г	ADP 666
ГТ 322 Б	AF 428	ГТ 403 Г	ASY 77
ГТ 322 Б	AF 429	ГТ 403 Е	AD 155
ГТ 322 В	AF 430	ГТ 403 Е	AD 169
ГТ 322 Б	AF 271	ГТ 404 А	AC 176
ГТ 322 В	AF 272	ГТ 404 Б	AC 127
ГТ 322 Б	AF 275	ГТ 404 Б	AC 141
ГТ 328 Б	AFY 12	ГТ 404 Б	AC 141 B
ГТ 328 А	AF 253	ГТ 404 Б	AC 187
ГТ 328 Б	AF 256	ГТ 404 Б	AC 181
ГТ 328 А	AF 200	ГТ 404 Г	AC 185
ГТ 328 А	AF 201	ГТ 703 В	ADY 27
ГТ 328 А	AF 202	ГТ 703 В	AD 148
ГТ 328 Б	AF 106	ГТ 703 В	AD 149
ГТ 328 В	AF 106 A	ГТ 703 Г	AD 150
ГТ 328 А	AF 109 R	ГТ 703 Г	AD 301
ГТ 330 Ж	AF 279	ГТ 703 Г	AD 162
ГТ 330 И	AF 280	ГТ 705 Д	AD 161
ГТ 346 Б	AF 139	ГТ 806 Б	AU 108
ГТ 346 А	AF 239	ГТ 806 Д	AU 110
ГТ 346 А	AF 239 S	ГТ 806 А	AUY 35
ГТ 346 Б	AF 240	ГТ 806 В	AUY 38
ГТ 346 А	AF 251	ГТ 806 В	AL 100
ГТ 346 А	AF 252	ГТ 806 В	AL 102
ГТ 402	ACY 33	ГТ 806 Б	AL 103
ГТ 402	AC 124	ГТ 810 А	AU 103
ГТ 402 Б	AC 128	ГТ 810 А	AU 104
ГТ 402 И	AC 117	ГТ 810 А	AU 107
ГТ 402 И	AC 138	ГТ 810 А	AU 113
ГТ 402 И	AC 139	ГТ 905 А, П 608 А	AUY 10
ГТ 402 И	AC 142	КТ 312 А	BC 101

Szovjet típus	Helyettesítő típus	Szovjet típus	Helyettesítő típus
KT 340 Б	BC 218	KT 373 B	BC 173 C
T 340	BC 218 A	KT 373 A	BC 147 A
KT 342 A	BC 234	KT 373 Б	BC 147 B
KT 342 A	BC 234 A	KT 373 A	BC 148 A
KT 342 Б	BC 456	KT 373 Б	BC 148 B
KT 342 Б	BC 457	KT 373 B	BC 148 C
KT 342 Б, KT 342 B	BC 527	KT 373 Б	BC 149 B
KT 342 B	BC 528	KT 373 B	BC 149 C
KT 342 Б	BC 235	KT 373 A	BC 167 A
KT 342 Б	BC 235 A	KT 373 Б	BC 167 B
KT 342 Б	BC 213	KT 373 A	BC 168 A
KT 342 Б	BC 214	KT 373 A	BC 237 A
KT 342 A	BC 107 A	KT 373 Б	BC 237 B
KT 342 Б	BC 107 B	KT 373 A	BC 238 A
KT 342 A	BC 108 A	KT 373 Б	BC 238 B
KT 342 Б	BC 108 B	KT 373 B	BC 238 C
KT 342 B	BC 108 C	KT 373 Б	BC 239 B
KT 342 Б	BC 109 B	KT 373 B	BC 239 C
KT 342 B	BC 109 C	KT 373 B	BC 548 C
KT 345 A	BC 513	KT 373 B	BC 549 B
KT 349 B	BC 178 A	KT 373 B	BC 549 C
KT 349 B	BC 158 A	KT 373 A	BCP 627 A
KT 351 A	BC 216	KT 373 Б	BC 382 B
KT 351 A	BC 216 A	KT 373 B	BC 382 C
KT 351 Б	BC 192	KT 373 Б	BC 383 B
KT 351 Б	BC 226	KT 373 B	BC 383 C
KT 351 Б	BC 226 A	KT 373 A	BC 547 A
KT 361 Г	BC 157	KT 373 Б	BC 547 B
KT 361 A	BC 250 A	KT 373 A	BC 548 A
KT 361 Б	BC 250 B	KT 373 Б	BC 548 B
KT 361 Г	BC 557	KT 375 B	BC 170 A
KT 373 Б	BC 168 B	KT 375 Б	BC 170 B
KT 373 B	BC 168 C	KT 605 A	BC 100
KT 373 Б	BC 169 B	MГT 108 Г	AC 170
KT 373 B	BC 169 C	MГT 108 Д	AC 150
KT 373 A	BC 171 A	MП 20 A	AC 121
KT 373 Б	BC 171 B	MП 20 Б	AC 182
KT 373 A	BC 172 A	MП 20 Б	AC 125
KT 373 Б	BC 172 B	MП 20 Б	AC 126
KT 373 B	BC 172 C	MП 20 Б, ГT 402 E	AC 132
KT 373 Б	BC 173 B	MП 25 A	AC 116

Szovjet típus	Helyettesítő típus	Szovjet típus	Helyettesítő típus
МП 26 Б	ACY 24	П 214 А	AD 438
МП 36 А, МП 38 А	AC 183	П 214 Б	AD 1203
МП 39 Б	AC 540	П 215	AD 469
МП 39 Б	AC 541	П 215	AD 439
МП 39 Б, МП 41 А	AC 542	П 216	AD 138
МП 42 Б	ASX 11	П 216	AD 312
МП 42 Б	ASX 12	П 216	AD 302
МП 42 А, МП 20 А	ASX 26	П 217	AD 303
МП 42 А	ASY 31	П 217	AD 304
МП 42 А, МП 20 А	ASY 33	П 217	AD 130
МП 42 А, МП 20 А	ASY 34	П 217	AD 131
МП 42 Б, МП 20 А	ASY 35	П 217	AD 132
МП 42	ASY 70	П 217	AUY 19
МП 42 Б, МП 20 А	AT 270	П 217	AUY 20
МП 42 Б, МП 20 А	AT 275	П 217	AUY 28
МП 42 Б, МП 20 А	AF 266	П 217	AD 163
П 28	AC 160	П 217	AD 313
П 29 А	AF 260	П 217, ГТ 701 А	AD 314
П 30	AF 261	П 217, ГТ 701 А	AD 325
П 30	AFY 15	П 217, ГТ 701 А	AD 542
П 201 АЭ	ADP 670	П 217 А, ГТ 701 А	ASZ 15
П 201 АЭ	ADP 671	П 217 А	ASZ 16
П 202 Э	ADP 672	П 217 А	ASZ 17
П 210 Б	AD 545	П 217 В, ГТ 701 А	ASZ 18
П 210 Б	AUY 22 A	П 217 В	ASZ 1015
П 210 Б	AD 142	П 217 В	ASZ 1016
П 210 В	AD 143	П 217 В	ASZ 1017
П 210 В, П 216 В	AD 145	П 217 В	ASZ 1018
П 210 Б	AUY 21	П 308	BC 285
П 210 Б	AUY 21 A		
П 210 Б	AUY 22		
П 213	AD 139		
П 213	AD 431		
П 213	AD 436		
П 213	AD 262		
П 213 Б	AD 1202		
П 213 Б	AD 465		
П 214 А	AUY 18		
П 214 А	AD 457		
П 214 А	AD 263		
П 214 А	AD 467		

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó
Felelős kiadó: Fischer Herbert igazgató

Szedte a Nyomdaipari Fényszedő Üzem (79.8745/95)

Műszaki vezető: Hegedűs Ernő
Műszaki szerkesztő: Bagi Miklós
A könyv ábráit rajzolta: Smidéliusz Lajosné
A könyv formátuma: A5
Ívterjedelme: 7,25 (A5)
Ábrák száma: 60
Példányszám: 15 500
Papír minősége: 80 g ofszet
Betűcsalád és -méret: New Times, gm/11
Azonossági szám: 60932
MŰ: 2798-h-8082

A nyomdai munkálatokat a moszkvai MIR Könyvkiadó végeztette

Kedves Olvasók!

Szíves figyelmükbe ajánljuk az alábbi kiadványunkat!

Ripka Gábor—Hajdu István:

HIBRID INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK

A hibrid integrált áramkörök egyesítik a diszkrét áramköri elemekből kialakított hálózatok és monolitikus integrált áramkörök előnyös tulajdonságait. A szerzők részletes áttekintő monográfiát írtak erről a témakörről, amely azért is jelentős, mivel a hibrid integrált áramkörök hazai alkalmazástechnikája nagy fejlődés előtt áll. A hazai szakirodalomból mindeddig hiányzott ez a téma, amely a híradástechnikusoknak és villamosmérnököknek egyaránt hasznos segédkönyv. Tanulásuk és munkájuk során azonban az egyetemi és főiskolai hallgatók is jól hasznosíthatják.

Az

Elektronika

sorozatban eddig megjelent:

Hajdu Mihály:	**TELEVÍZIÓS TÁVOLSÁGI VÉTEL**
Sipos Gyula:	**HI–FI ERŐSÍTŐK ÉPÍTÉSE**
Kiszmereskin, V. P.:	**KÜLÖNLEGES TV-ANTENNÁK**
Tücsinó, K. K.:	**DIGITÁLIS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK**
Vdovikin, A. I.– Putjatyin, N. N.:	**EGYSZERŰ ELEKTRONIKAI ÁRAMKÖRÖK ÉPÍTÉSE**
Loginov, V. N.:	**MECHANIKAI MENNYISÉGEK ELEKTROMOS MÉRÉSE**
Doluhanov, M. P.:	**RÁDIÓHULLÁMOK TERJEDÉSE**
Kopülov, P. M.– Tacskov, A. N.:	**TELEVÍZIÓ ÉS HOLOGRÁFIA**
Boriszov, V. G.– Frolov, V. V.:	**EGYSZERŰ MÉRŐKÉSZÜLÉKEK AMATŐRÖKNEK**
Nozdroviczky László:	**TELEVÍZIÓANTENNÁK**
Lóska Péter:	**AZ EGYRÉTEGŰ TRANZISZTOR ALKALMAZÁSA**
Örlei Gábor:	**ELEKTRONIKUS SZINTETIZÁTOROK**
Siló, V. L.:	**ANALÓG INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK RÁDIÓKÉSZÜLÉKEKBEN**
Gorgyin, A. B.:	**KIBERNETIKAI JÁTÉKOK KÉSZÍTÉSE**

Ára: 15,–Ft

Az

Elektronika

sorozatban előkészületben:

Cesky, M.:	RÁDIÓ- ÉS TV-MŰSORVÉTELI ISMERETEK
Lambert Miklós:	TELJESÍTMÉNYSZABÁLYOZÓK INTEGRÁLT ÁRAMKÖREI
Horváth Ferenc:	CB RÁDIÓTELEFONOK
Tóthné A. Annamaria:	TELEVÍZIÓJAVÍTÁS (TT 1695, TC 1603)
Ferenczi Ödön:	TÁPEGYSÉGEK AMATŐRÖKNEK
Kádár Péter:	AMATŐRFILM HANGOSÍTÁS
Garai Barnabás:	SZOVJET TRANZISZTOROS TV-KÉSZÜLÉKEK JAVÍTÁSA
Lechner, D.:	RÖVIDHULLÁMÚ VEVŐKÉSZÜLÉKEK
Radnai Rudolf:	TÁROLÓ OSZCILLOSZKÓPOK
Rigó Béla:	RÁDIÓTELEFON ANTENNÁK
Demjén Imre–Gausz Péter:	ELEKTRONIKAI HOBBY '79
Ljamicsev, I. Ja.–Litvak, I. I.–Osepkov, N. A.:	AMORF FÉLVEZETŐK ALKALMAZÁSA